



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**TESE**

**FENOLOGIA, BANCO DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE**  
***Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.**

**FLÁVIO RICARDO DA SILVA CRUZ**

**2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**FENOLOGIA, BANCO DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.**

**FLÁVIO RICARDO DA SILVA CRUZ**

*Sob a orientação da Professora*  
**Edna Ursulino Alves**

*Coorientação da Professora*  
**Lenyneves Duarte Alvino de Araújo**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

**Área de Concentração:** Agricultura Tropical.

**Areia - PB  
2018**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

C957f Cruz, Flávio Ricardo da Silva.

Fenologia, banco de sementes e produção de mudas de  
*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. /  
Flávio Ricardo da Silva Cruz. - Areia, 2018.  
157 f. : il.

Orientação: Edna Ursulino Alves.

Coorientação: Lenyneves Duarte Alvino de Araújo.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Caatinga. 2. Ecologia vegetal. 3. Espécie florestal.  
I. Alves, Edna Ursulino. II. Araújo, Lenyneves Duarte  
Alvino de. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

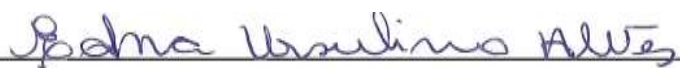
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

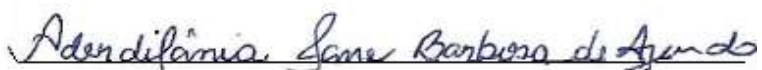
**TÍTULO: FENOLOGIA, BANCO DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.**

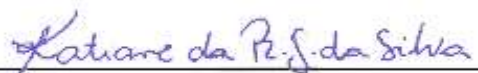
**AUTOR: FLÁVIO RICARDO DA SILVA CRUZ**

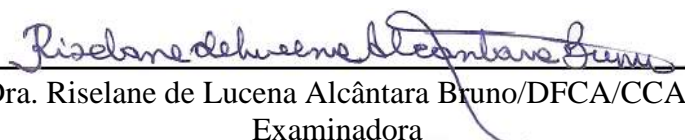
Apresentado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela Comissão Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Profª. Dra. Edna Ursulino Alves/DFCA/CCA-UFPB  
Orientadora

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Antonio Félix da Costa/IPA-PE  
Examinador

  
\_\_\_\_\_  
Profª. Dra. Aderdilânia Iane Barbosa de Azevedo/UEPB-PB  
Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Katiane da Rosa Gomes da Silva/IPA-PE  
Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
Profª. Dra. Riselane de Lucena Alcântara Bruno/DFCA/CCA-UFPB  
Examinadora

Defendida em: 26 de fevereiro de 2018.

Presidente da Comissão Examinadora  
Profª. Dra. Edna Ursulino Alves

## DEDICATÓRIA

*À minha mãe, Lucia de Fátima da Silva Cruz, e ao meu pai, Fernando Ferreira da Cruz, pela confiança em mim depositada, pelo incentivo e apoio prestados sempre.*

*À minha noiva Rosemere dos Santos Silva, pela companhia, carinho, paciência e amor.*

*Às minhas avós Antônia Gomes da Silva e Maria Violeta Ferreira da Cruz.*

*Aos meus tios Luciana Gomes da Silva, Everaldo Gomes da Silva e Eduardo Gomes da Silva.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus protetor, Pai eterno, que está sempre comigo, revigorando minhas forças para enfrentar novos desafios.

Ao centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), Areia - PB.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (CCA-UFPB).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de Doutorado.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Edna Ursulino Alves, pela orientação concedida nesse trabalho, pelo profissionalismo, ética e dedicação, que muito contribuíram para a minha formação acadêmica.

À minha coorientadora Lenyneves Duarte Alvino de Araújo, pelos auxílios prestados.

À professora Riselane de Lucena Alcântara Bruno, pelos ensinamentos.

A todos os meus professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA-CCA/UFPB).

Aos proprietários da fazenda Santa Rosa do Espólio, localizada no município de Boa Vista - PB, pela confiança e acesso ao local de condução da pesquisa.

À Dr<sup>a</sup>. Luciana Rodrigues Araújo, pela amizade e colaborações prestadas.

À minha noiva, Rosemere dos Santos Silva, pela grande ajuda dispensada na realização das pesquisas.

Aos meus amigos Marina Matias Ursulino, Paulo Costa Araujo, Sueli da Silva Santos-Moura, Thiago de Souza Ribeiro, pelos bons momentos compartilhados.

Aos membros do Laboratório de Análise de Sementes: Antônio Pereira dos Anjos Neto, Caroline Marques Rodrigues, Edlânia Maria de Souza, Maria das Graças Rodrigues do Nascimento, Maria Lúcia Maurício da Silva, Marina Matias Ursulino, Paulo Costa Araujo, Sueli da Silva Santos-Moura e Patrícia Cândido da Cruz Silva.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes: Antônio Alves de Lima, Rui Barbosa da Silva e Severino Francisco dos Santos.

**Muito obrigado!**

CRUZ, F.R.S. **Fenologia, banco de sementes e produção de mudas de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.** 2018. 157f. (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2018.

## RESUMO GERAL

A remoção da cobertura vegetal destaca-se como um dos sérios problemas ambientais em diferentes partes do mundo e, no Brasil, isto não constitui exceção. A *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn., pertencente à família Sapotaceae Juss. é uma importante espécie que se encontra ameaçada no bioma Caatinga, mesmo assim há carências de estudos voltados para a mesma, sobretudo com relação à fenologia, regeneração natural e produção de mudas. Nesse sentido, objetivou-se avaliar as diferentes fenofases, o banco de sementes do solo, a influência de diferentes substratos e os níveis de sombreamento na produção de mudas de *S. obtusifolium*. Para tanto, foram realizados quatro experimentos, a seguir relacionados: I - fenologia: conduzido na zona rural do município de Boa Vista - PB com 26 indivíduos da espécie, avaliados a cada quinze dias durante 30 meses. As fenofases de brotamento, floração, frutificação e senescência da espécie foram correlacionadas com os dados climáticos do município (precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar); II - banco de sementes: realizado com duas coletas de solo provenientes da mesma área onde foi realizada as avaliações fenológicas, procedendo-se com a avaliação da composição florística, densidades (relativa e absoluta), diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) e equabilidade de Pielou ( $e'$ ); III - produção de mudas de *S. obtusifolium* em diferentes substratos: realizado em ambiente protegido do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (DFCA-CCA/UFPB), onde foram avaliados 13 substratos formulados a partir de areia lavada, esterco bovino, terra de subsolo, rejeito de caulim e Basaplant<sup>®</sup> (substrato comercial); IV - crescimento de mudas de *S. obtusifolium* em diferentes níveis de sombreamento: realizado no viveiro florestal do Laboratório de Ecologia Vegetal (CCA-UFPB), sendo considerados os seguintes níveis de sombreamento: 0, 30, 50 e 70% de sombra. As variáveis avaliadas nos trabalhos de produção de mudas foram: altura, diâmetro do colo, relação altura/diâmetro do colo, taxa de crescimento absoluto de altura, taxa de crescimento absoluto de diâmetro, número de ramos, comprimento da raiz, relação altura/comprimento da raiz, massa seca da parte aérea (caule, ramos e folhas) e da raiz, massa seca total, relação entre a massa seca da parte aérea e de raízes, índice de qualidade de Dickson e porcentagem de folhas e raízes. Não houve efeito

significativo entre as características fenológicas avaliadas e as variáveis ambientais (temperatura, umidade), com forte oscilação na intensidade e no índice de atividade. Durante os períodos de avaliação ocorreu senescência em todos os indivíduos de *S. obtusifolium*. O pico da intensidade das fenofases brotamento, botão floral, floração e frutificação foi inferior a 60%. No banco de sementes da área estudada foram reconhecidas 58 espécies, distribuídas em 49 gêneros e 23 famílias, com predominância de espécies herbáceas, assim como pertencentes à família Fabaceae. A espécie *S. obtusifolium* não foi constatada em nenhuma das coletas de solo. Para a produção de mudas, o rejeito de caulim e o esterco bovino são indicados, enquanto que a terra de subsolo pura e associada apenas com areia lavada não é adequada. A produção de mudas da espécie pode ser realizada em pleno sol ou com até 15% de sombreamento, sem perdas significativas no seu vigor.

**Palavras-chave:** Caatinga, ecologia vegetal, espécie florestal.



CRUZ, F.R.S. **PHENOLOGY, SEED BANK AND SEEDLING PRODUCTION OF *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.** 2018. 157p. (Doctorate in Agronomy) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2018.

### GENERAL ABSTRACT

The removal vegetation coverage stands out as one of the most serious environmental problems in different parts of the world, and in Brazil this is no exception. The *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn., belongs to the Sapotaceae Juss. Family, is an important species that is currently threatened in the Caatinga biome, which despite that fact, there is lack of studies focused in this species, especially regarding the phenology, natural regeneration and seedling production. Therefore, the objective of this study was to evaluate the different phenological stages, the soil seed bank, the influence of different substrates and shade levels on the production of *S. obtusifolium* seedlings. Four experiments were carried out: I - phenology: carried out in the rural area of Boa Vista - PB, with 26 individuals of the species, evaluated every 15 days for 30 months. phenological stages of budding, flowering, fruitification and senescence of the species were correlated with the climatic data of the municipality (rainfall, temperature and relative humidity); II - seed bank: carried out with two soil samples collected from the same area where the phenological evaluations were carried out, evaluating the floristic composition, density (relative and absolute), diversity of Shannon-Weaver ( $H'$ ) and Pielou equability ( $e'$ ); III - production of *S. obtusifolium* seedlings in different substrates: carried out in a protected environment of the Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (DFCA-CCA/UFPB), where were evaluated 13 substrates formulated from washed sand, bovine manure, subsoil, kaolin waste and Basaplant<sup>®</sup> (commercial substrate); IV - growth of *S. obtusifolium* seedlings at different levels of shade: at the forest nursery of the Laboratório de Ecologia Vegetal (CCA-UFPB), using the following shading levels: 0, 30, 50 and 70% shade. The variables evaluated in the production of seedlings were: height, stem diameter, height/stem diameter ratio, absolute height growth rate, absolute diameter growth rate, number of branches, root length, height/ root length ratio, shoot dry matter (stem, branches, leaves), root dry matter, total dry matter, shoot and root dry matter ratio (stem, branches, leaves), Dickson quality index and percentage of leaves and roots. There was no significant effect between the phenological characteristics evaluated and the environmental variables (temperature, humidity), with a strong oscillation in intensity and in the activity index. During

the evaluation periods, senescence occurred in all individuals of *S. obtusifolium*. The peak of the intensity of the phenological stages of budding, floral bud, flowering and fruitification was less than 60%. In the seed bank of the studied area, 58 species were identified, distributed in 49 genera and 23 families, with predominance of herbaceous species, and belonging to the Fabaceae family. The *S. obtusifolium* species was not found in any of the soil samples. For the production of seedlings, kaolin waste and bovine manure are indicated, while pure subsoil associated with washed sand is not recommended. The production of seedlings of the species can be carried out under full sun or with up to 15% of shading, without significant losses in the seedlings vigor.

**Keywords:** Caatinga, plant ecology, forest species.

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo II

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Indivíduo de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> (A) e marcação da planta com fitas de TNT e plaquetas de plástico (B), na Fazenda Santa Rosa do Espólio, município de Boa Vista - PB.....	45
<b>Figura 2.</b> Fenofases de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> : brotamento (A, B e C), botão floral (D), floração (E), frutificação (F e G) e senescência (H e I), no período de 2014 a 2017, na Fazenda Santa Rosa do Espólio, município de Boa Vista - PB.....	47
<b>Figura 3.</b> Precipitação pluvial anual de 2000 (mm ano <sup>-1</sup> ) até o mês de fevereiro de 2017, no município de Boa Vista - PB (Fonte: AESA, 2017).....	49
<b>Figura 4.</b> Precipitação pluvial acumulada (mm mês <sup>-1</sup> ) de janeiro de 2014 a fevereiro de 2017 (A), temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) de agosto de 2014 a fevereiro de 2017 (B), no município de Boa Vista - PB (Fonte: AESA, 2017; INMET, 2017).....	50
<b>Figura 5.</b> Intensidade de Fournier de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> nas fenofases de brotamento e senescência registrada quinzenalmente e acumulado de precipitação pluvial mensal no período de agosto de 2014 a fevereiro de 2017, no município de Boa Vista - PB.....	51
<b>Figura 6.</b> Intensidade de Fournier de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> nas fenofases de botão floral, floração e frutificação registradas quinzenalmente e precipitação pluvial mensal no período de agosto de 2014 a fevereiro de 2017, no município de Boa Vista - PB.....	55
<b>Figura 7.</b> Porcentagem de indivíduos de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> nas fenofases de brotamento e senescência registradas quinzenalmente e precipitação pluvial mensal no período de agosto de 2014 a fevereiro de 2017, no município de Boa Vista - PB.....	58

<b>Figura 8.</b>	Porcentagem de indivíduos de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> nas fenofases de botão floral, floração e frutificação registradas quinzenalmente e precipitação pluvial mensal no período de agosto de 2014 a fevereiro de 2017, no município de Boa Vista - PB.....	60
------------------	--	----

### Capítulo III

<b>Figura 1.</b>	Disposição do gabarito de ferro (A) e procedimento de coleta do solo (B), disposição de amostra de solo na bandeja (C) e surgimento de plantas (D) do banco de sementes de uma área da Caatinga paraibana com a ocorrência da espécie <i>Sideroxylon obtusifolium</i> .....	75
<b>Figura 2.</b>	Precipitação pluvial acumulada (mm mês <sup>-1</sup> ) de janeiro a dezembro nos anos de 2014 e 2015, no município de Boa Vista - PB (AESA, 2017).....	77
<b>Figura 3.</b>	Número de espécies por família botânica presentes no banco de sementes do solo oriundo de duas coletas em uma área de Caatinga com ocorrência de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> , no município de Boa Vista - PB.....	85
<b>Figura 4.</b>	Porcentagem do número total de indivíduos recrutados por família botânica no banco de sementes do solo oriundo de duas coletas em uma área de Caatinga com ocorrência de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> , no município de Boa Vista - PB.....	86

### Capítulo IV

<b>Figura 1.</b>	Dados meteorológicos referentes à temperatura (A) e umidade relativa do ar (B), em casa de vegetação, de junho a dezembro de 2015, Areia - PB.....	102
------------------	--	-----

## Capítulo V

<b>Figura 1.</b>	Dados meteorológicos referentes à temperatura média e umidade relativa do ar (A), precipitação pluvial e insolação (B) durante o período de condução do experimento, dezembro de 2015 a junho de 2016. CCA/UFPB/Areia/PB.....	132
<b>Figura 2.</b>	Altura de plantas ao longo do tempo e aos 180 dias de avaliação, respectivamente (A-B), diâmetro do colo (C) e relação altura de plantas/diâmetro do colo (D) de mudas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> , em diferentes níveis de sombreamento e períodos de avaliação.....	137
<b>Figura 3.</b>	Altura de plantas (A) e diâmetro do colo (B) de mudas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> produzidas em diferentes níveis de sombreamento, 195 dias após o transplantio.....	139
<b>Figura 4.</b>	Relação altura de plantas/diâmetro do colo (A) e número de ramos (B) de mudas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> produzidas em diferentes níveis de sombreamento, 195 dias após o transplantio.....	141
<b>Figura 5.</b>	Comprimento de raiz (A) e massa seca de raízes (B) de mudas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> produzidas em diferentes níveis de sombreamento, 195 dias após o transplantio.....	143
<b>Figura 6.</b>	Massa seca de folhas (A) e de caule e ramos (B) de mudas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> produzidas em diferentes níveis de sombreamento, 195 dias após o transplantio.....	144
<b>Figura 7.</b>	Massa seca da parte aérea (A) massa seca total (B) de mudas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> produzidas em diferentes níveis de sombreamento, 195 dias após o transplantio.....	145
<b>Figura 8.</b>	Relação massa seca da parte aérea/massa seca de raízes (A) índice de qualidade de Dickson (B) de mudas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> produzidas em diferentes níveis de sombreamento, 195 dias após o transplantio.....	146
<b>Figura 9.</b>	Porcentagem de folhas (A) e de raiz (B) de mudas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> produzidas em diferentes níveis de sombreamento, 195 dias após o transplantio.....	147

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo II

	Pág.
<b>Tabela 1.</b> Correlações de Spearman ( $r_s$ ) entre a intensidade das fenofases de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> avaliadas e as variáveis climáticas precipitação pluvial (mm), temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) ( $\alpha = 0,05$ ).....	53

### Capítulo III

<b>Tabela 1.</b> Composição florística registrada no banco de sementes em duas coletas de solo em uma área localizada no município de Boa Vista - PB com a ocorrência da espécie <i>Sideroxylon obtusifolium</i> .....	80
--	----

### Capítulo IV

	Pág.
<b>Tabela 1.</b> Substratos utilizados na produção de mudas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> .....	104
<b>Tabela 2.</b> Caracterização físico-química dos substratos utilizados na produção de mudas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> .....	107
<b>Tabela 3.</b> Resumo da análise de variância para as variáveis altura (A) - (cm planta <sup>-1</sup> ), diâmetro do colo (DC) - (mm planta <sup>-1</sup> ), relação altura da planta/diâmetro do colo (A/DC) e número de ramos (NR) de plantas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> em diferentes substratos.....	108
<b>Tabela 4.</b> Valores médios de altura (A) - (cm planta <sup>-1</sup> ), diâmetro do colo (DC) - (mm planta <sup>-1</sup> ), relação altura da planta/diâmetro do colo (A/DC) e número de ramos (NR) de plantas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> em diferentes substratos.....	109

<b>Tabela 5.</b>	Resumo da análise de variância para as variáveis comprimento de raiz (CRA) - (cm planta <sup>-1</sup> ), relação altura da planta/comprimento da raiz (A/CRA), massa seca da parte aérea (MSPA) - (g planta <sup>-1</sup> ) e de raízes (MSRA) - (g planta <sup>-1</sup> ), massa seca total (MST) - (g planta <sup>-1</sup> ), relação MSPA/MSRA e índice de qualidade de Dickson (IQD) de plantas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> em diferentes composições de substratos.....	112
<b>Tabela 6</b>	Valores médios de comprimento de raiz (CRA) - (cm planta <sup>-1</sup> ), relação altura da planta/comprimento da raiz (A/CRA), massa seca da parte aérea (MSPA) - (g planta <sup>-1</sup> ) e de raízes (MSRA) - (g planta <sup>-1</sup> ) de plantas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> em diferentes substratos.....	114
<b>Tabela 7.</b>	Valores médios de massa seca total (MST) - (g planta <sup>-1</sup> ), relação massa seca da parte aérea/massa seca de raízes (MSPA/MSRA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de plantas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> em diferentes substratos.....	117

## Capítulo V

	Pág.
<b>Tabela 1.</b>	Coeficientes dos contrastes ortogonais utilizados para comparar os níveis de sombreamento pleno sol 0, 30, 50 e 70% de sombreamento.....
	135
<b>Tabela 2.</b>	Análise de variância para as variáveis altura de plantas (A) - (cm planta <sup>-1</sup> ), diâmetro do colo (DC) - (mm planta <sup>-1</sup> ) e relação altura de plantas/diâmetro do colo (A/DC) de plantas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> em diferentes níveis de sombreamento e períodos de avaliação.....
	136
<b>Tabela 3.</b>	Análise de variância da regressão para as variáveis: altura (A) - (cm planta <sup>-1</sup> ), diâmetro do colo (DC) - (mm planta <sup>-1</sup> ), relação altura da planta/diâmetro do colo (A/DC) e número de ramos de plantas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> em função do nível de sombreamento, 195 dias após o transplantio.....
	139

<b>Tabela 4.</b>	Análise de variância para o comprimento de raiz (CRA), massa seca de raízes (MSR), massa seca de folhas (MSFO) e massa seca de caule e ramos (MSCRA) de mudas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> em função do nível de sombreamento, 195 dias após o transplantio.....	142
<b>Tabela 5.</b>	Análise de variância para a massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação massa seca da parte aérea/raízes (MSPA/MSRA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> em função do nível de sombreamento, 195 dias após o transplantio.....	144
<b>Tabela 6.</b>	Análise de variância para a porcentagem de folhas (%FO) e de raízes (%RA) de mudas de <i>Sideroxylon obtusifolium</i> em função do nível de sombreamento, 195 dias após o transplantio.....	146
<b>Tabela 7.</b>	Estimativa dos contrastes dos valores das variáveis avaliadas em relação ao nível 0% de sombreamento (pleno sol), 195 dias após o transplantio...	148



## SUMÁRIO

	<b>Pag.</b>
<b>CAPÍTULO I - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>1</b>
1. INTRODUÇÃO.....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. A Caatinga.....	4
2.2. Família Sapotaceae e a espécie <i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn.....	6
2.3. Fenologia.....	8
2.4. Banco de sementes.....	10
2.5. Produção de mudas.....	12
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
 <b>CAPÍTULO II - FENOLOGIA DE <i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. &amp; Schult.) T.D.Penn EM ÁREA DE CAATINGA, BOA VISTA - PB.....</b>	 <b>40</b>
RESUMO.....	41
ABSTRACT.....	42
1. INTRODUÇÃO.....	43
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	45
2.1. Descrição da área de estudo.....	45
2.2. Seleção das plantas.....	45
2.3. Caracteres fenológicos.....	45
2.4. Avaliação das características fenológicas.....	48
2.5. Dados climáticos e correlação com as características fenológicas.....	48
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
3.1. Dados climático.....	48
3.2. Percentual de intensidade de Fournier.....	50
3.2.1. Brotamento e senescência.....	50
3.2.2. Botão floral, flor e fruto.....	54
3.3. Índice de atividade (porcentagem de indivíduos).....	58
3.3.1. Brotamento e senescência.....	58
3.3.2. Botão floral, floração e frutificação.....	59

4.	CONCLUSÃO.....	61
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

**CAPÍTULO III - BANCO DE SEMENTES DE UMA ÁREA DA CAATINGA NO ESTADO DA PARAÍBA COM OCORRÊNCIA DA ESPÉCIE *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.....**

	RESUMO.....	70
	ABSTRACT.....	71
1.	INTRODUÇÃO.....	72
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	74
2.1.	Área de estudo.....	74
2.2.	Amostragem do banco de sementes e local de condução do experimento.....	74
2.3.	Análise do banco de sementes do solo.....	76
2.4.	Composição florística.....	76
2.5.	Estrutura fitossociológica e informações complementares.....	76
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77
3.1.	CONCLUSÃO.....	88
3.2.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89

**CAPÍTULO IV - PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. e Schult.) T.D.Penn. EM DIFERENTES SUBSTRATOS.....**

	RESUMO.....	98
	ABSTRACT.....	99
1.	INTRODUÇÃO.....	100
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	102
2.1.	Local de condução do experimento.....	102
2.2.	Local de colheita dos frutos.....	102
2.3.	Produção das plântulas de <i>S. obtusifolium</i> .....	103
2.4.	Substratos avaliados.....	103
2.5.	Variáveis avaliadas.....	104
2.6.	Delineamento experimental e análise estatística.....	105
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	105
4.	CONCLUSÃO.....	118
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119

<b>CAPÍTULO V - DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE <i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. &amp; Schult.)</b>	<b>127</b>
<b>T.D.Penn.....</b>	
RESUMO.....	128
ABSTRACT.....	129
1. INTRODUÇÃO.....	130
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	132
2.1. Local de condução do experimento.....	132
2.2. Local de colheita dos frutos.....	132
2.3. Produção das plântulas e níveis de sombreamento.....	133
2.4. Variáveis avaliadas.....	134
2.5. Delineamento experimental e análise estatística.....	135
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	135
4. CONCLUSÃO.....	149
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	150

***CAPÍTULO I*****FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, em várias partes do mundo e, principalmente, no Brasil, a destruição das florestas é um dos principais problemas ambientais devido ao crescimento populacional, aos avanços tecnológicos (LECH-HAB et al., 2015), à crescente demanda por madeira (LUCENA et al., 2016), à expansão das atividades agropecuárias (SANTOS e SALCEDO, 2010), ao extrativismo (PRUDÊNCIO e CÂNDIDO, 2009) e à ação do fogo por meio das queimadas (LOPES; VALE; SCHIAVINI, 2009). Para a minimização desses impactos negativos são necessários esforços voltados para a conservação dos remanescentes florestais, bem como a restauração de áreas (FELIPPI et al., 2012).

A região semiárida do Brasil abrange todos os Estados da região Nordeste e o Norte de Minas Gerais (DRUMOND; KIILL; NASCIMENTO, 2002; LOIOLA; ROQUE; OLIVEIRA, 2012), com grande número de táxons raros e/ou endêmicos (PEREIRA JÚNIOR et al., 2014). Essa região compreende domínios fitogeográficos brasileiros (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2004) como a Mata Atlântica (enclaves) (VELLOSO; SAMPAIO; PAREYN, 2002), o Cerrado (disjunção) (COSTA; ARAÚJO; LIMA-VERDE, 2004) e a Caatinga, sendo que este último está totalmente inserido no semiárido (SILVA; IZABEL; GUSMÃO, 2014).

Apesar da sua importância ambiental, a Caatinga se encontra fortemente fragmentada e ameaçada, devido, principalmente, à remoção das espécies vegetais (por corte, queima ou pastoreio), o que causa exposição do solo a fatores erosivos, diminui a infiltração de água no solo (GALINDO et al., 2008), contribui para o assoreamento de rios (CARDOSO et al., 2012) e destruição de habitats da fauna autóctone. A Caatinga é caracterizada pela escassez de chuvas no tempo e no espaço, solos rasos de baixa fertilidade e vegetação com características morfofisiológicas que permitem sua sobrevivência em condições de déficit hídrico (TROVÃO et al., 2007; ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2009). Espécies de porte baixo destacam-se neste bioma e abrangem árvores e arbustos que, geralmente, possuem espinhos, com presença de plantas suculentas e um estrato herbáceo efêmero, presente somente durante a curta estação chuvosa (CARDOSO e QUEIROZ, 2007).

A falta de informações básicas sobre a ecologia, distribuição e uso sustentável da biodiversidade influencia negativamente a conservação da Caatinga (SANTOS et al., 2011) e, diante deste cenário, são necessárias medidas que minimizem o impacto sobre os ambientes alterados (GOMES, 2007; MEDEIROS, 2013), sendo indispensáveis estudos de fenologia, banco de sementes e produção de mudas.

A *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn., popularmente conhecida como quixabeira, quixaba, rompe-gibão, entre outros nomes populares, pertence à família Sapotaceae (AGRA et al., 2007) e é utilizada na medicina popular, construção civil, alimento e forragem (FERRAZ; ALBUQUERQUE; MEUNIER, 2006). A referida espécie ocorre em várzeas úmidas e nas margens de rios da Caatinga arbórea do Nordeste brasileiro, na restinga da costa litorânea do Ceará bem como no Vale do São Francisco (SILVA et al., 2012). De forma semelhante a outras espécies da Caatinga, populações naturais de *S. obtusifolium* são difíceis de serem encontradas, o que reforça a importância de estudos direcionados a ela.

A escolha correta de espécies para projetos de reflorestamento e fins comerciais ou conservacionistas será tanto mais correta quanto maior for o conhecimento que se tenha das mesmas, tanto no que diz respeito à ecologia da espécie quanto ao seu comportamento silvicultural (CUNHA et al., 2005). Diante disso, estudos ecológicos, a exemplo da fenologia de espécies vegetais, banco de sementes do solo de áreas específicas e produção de mudas de espécies do bioma Caatinga, são de grande importância.

O estudo fenológico de espécies vegetais é uma ferramenta que permite determinar as fases de uma planta (fenofases) como a floração, frutificação, brotamento e senescência (KIKIM e YADAVA, 2001; MARTINI et al., 2010). A partir dessas informações é possível definir estratégias sustentáveis de uso de espécies, pesquisas de reprodução que visem à conservação de ecossistemas e recuperação de áreas degradadas (BIONDI; LEAL; BATISTA, 2007; PEREIRA e TONINI, 2012). Além disso, é possível estabelecer as épocas adequadas para a coleta de frutos e sementes (SOUZA et al., 2014), além de medidas para a conservação de recursos genéticos (PAO; UPADHAYA; MIR, 2016).

Embora sejam de grande importância, poucos são os trabalhos com esta temática desenvolvidos no Brasil, principalmente da região Nordeste (LOCATELLI e MACHADO, 2004), entretanto, novas pesquisas têm sido feitas para contribuir com a geração de informações sobre o tema (AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2009; ROCHA et al., 2015). Com relação ao gênero *Sideroxylon*, o estudo das características fenológicas são escassos e pouco recentes (KIILL; MARTINS; SILVA, 2014).

A avaliação do banco de sementes possibilita o conhecimento biológico sobre o histórico da vegetação, bem como para recuperação de ambientes alterados (ROIZMAN, 1993; HOPFENSBERGER, 2007). O banco de sementes é um sistema dinâmico, com entrada de sementes (dispersão) (MACHADO et al., 2013), e com saída, resultante da germinação, parasitismo e/ou predação (MESQUITA; ANDRADE; PEREIRA, 2014). A avaliação do banco de sementes pode servir como um indicador do estado de conservação de espécies

vegetais e do grau de conservação ou degradação de áreas isoladas (FABRICANTE et al., 2016).

No processo de produção de mudas, a obtenção de plantas de qualidade está diretamente relacionada com a escolha adequada do recipiente, materiais utilizados como substratos, bem como à intensidade do sombreamento proporcionado às plantas durante as fases iniciais de crescimento (SANTOS e COELHO, 2013). Quanto aos recipientes para a produção de mudas de espécies florestais, os tubetes e sacos de polietileno com dimensões variadas são os mais utilizados (ABREU et al., 2015). Em relação ao substrato, a sua qualidade, por sua vez, constitui-se em um fator importante na produção de mudas, sendo imprescindível que o mesmo seja de baixo custo e fácil aquisição, com características físico-químicas ideais (NICOLOSO et al., 2000), isento de pragas, organismos patogênicos e plantas daninhas (PAGLIARINI; CASTILHO; ALVES, 2012).

Outro importante fator que afeta diretamente a produção de mudas florestais é a exigência das diferentes espécies quanto à intensidade, qualidade, duração e periodicidade da luz (AZEVEDO et al., 2015). Essas informações ampliam o conhecimento sobre o hábito da espécie e a possibilidade de produção de mudas sob um regime de sombreamento que permite seu crescimento satisfatório sem a necessidade de sua exposição contínua à luz solar. Além disso, esclarecem o padrão ótimo de crescimento inicial das espécies, o que poderá ser aplicado no perfil da área a ser reflorestada (CÂMARA e ENDRES, 2008). Diante do exposto, a obtenção de informações voltadas à ecologia de *S. obtusifolium* e de fatores que envolvem a produção de mudas da espécie são de grande importância para a elaboração de protocolos de conservação e produção sustentável de espécies da Caatinga.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. A Caatinga**

O Nordeste do Brasil tem a maior parte de seu território ocupado pela Caatinga (MATA et al., 2009), que ocupa (fitogeograficamente) aproximadamente 11% do território nacional (DRUMOND et al., 2000). Esse bioma tem como característica marcante a alta taxa de evapotranspiração e a irregularidade na distribuição de chuvas (BRASIL, 2005; MOREIRA et al., 2006), a qual limita a produtividade por ser altamente estacional e variável entre os anos (MACHADO; BARROS; SAMPAIO, 1997). Assim, o clima é caracterizado

com altas temperaturas e duas estações bem definidas, uma chuvosa e úmida (com duração de três a cinco meses) e a outra é quente (sete a nove meses) (ANDRADE et al., 2008), sendo formada por distintas paisagens decorrentes das variações de relevo, solo e clima, os quais afetam a biodiversidade (composição da flora e da fauna) e a fisionomia das florestas (ARAÚJO e CHAVES, 2014).

A Caatinga está distribuída em vários Estados do Nordeste do Brasil, incluindo Bahia, Ceará, Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe e Alagoas, bem como parte de Minas Gerais (SILVA e ALBUQUERQUE, 2005). Caracteriza-se por ser um ecossistema rico em biodiversidade e espécies endêmicas de animais e vegetais adaptados à escassez de água (CAVALCANTE, 2009). Os seus solos, com raras exceções, são de baixa capacidade de retenção de água, pouco desenvolvidos, pedregosos e mineralmente ricos (ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2009).

A diversidade vegetal da Caatinga é constituída por espécies xerófilas, decíduas e espinhosas (ARAÚJO; CASTRO; ALBUQUERQUE, 2007) que inclui arbustos, cactos e árvores de tamanhos variados, para os quais há adaptações morfológicas e/ou fisiológicas que permitem sua sobrevivência nos períodos secos (SILVA et al., 2004; SANTOS et al., 2010). Apesar de sua importância socioambiental e econômica, a mesma vem sendo fortemente devastada ao longo do tempo devido à grande potencialidade de seus recursos florestais e, ao mesmo tempo, à escassez de modelos sustentáveis de exploração.

As espécies vegetais do referido ecossistema possuem elevado potencial de uso, como, por exemplo, madeira para lenha e carvão (BESSA et al., 2017), produção de frutos comestíveis com potencial de exploração comercial (COSTA et al., 2015), forragem (PINTO; CAVALCANTE; ANDRADE, 2006; COSTA et al., 2011), uso medicinal em comunidades rurais (ROQUE; ROCHA; LOIOLA, 2010; MELO-BATISTA e OLIVEIRA, 2014) e na produção comercial de produtos fitoterápicos (MOURA et al., 2013).

A exploração de espécies da Caatinga como aroeira-do-sertão [*Myracrodruon urundeuva* (Engl.) Fr. All.], angico [*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan] e catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) é realizada de forma desordenada pela falta de normatização para orientar o manejo das mesmas, conforme destacaram Monteiro et al. (2005). Além dessas, espécies como umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) (MERTENS et al., 2016), amburana-de-cheiro [*Amburana cearensis* (Fr. Allem.) A.C. Smith] (LOUREIRO et al., 2013), baraúna [*Schinopsis brasiliensis* Engl.], jurema preta [*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.], entre outras (OLIVEIRA et al., 2011), encontram-se ameaçadas pela exploração extrativista, com reflexo sobre a diminuição de populações naturais.



A diversidade e riqueza dessas e de tantas outras espécies da Caatinga devem ser preservadas ou utilizadas racionalmente e, para tanto, é indispensável a obtenção de informações sobre a ecologia e métodos de propagação das mesmas.

## **2.2. Família Sapotaceae e a espécie *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.**

A família Sapotaceae Juss. compreende cerca de 53 gêneros e 1.100 espécies no mundo, das quais cerca de 400 ocorrem na região neotropical (PENNINGTON, 1990, 1991) e, no Brasil, está distribuída por todo o território nacional nas formas de arbustos, subarbustos e árvores, representados em 12 gêneros, 232 espécies, sendo 101 táxons endêmicos (CARNEIRO, et al., 2015).

Algumas espécies desta família estão incluídas em listas de espécies ameaçadas de extinção (GOMES et al., 2010) porque, além da importância ambiental, possuem relevância econômica, a exemplo das pertencentes ao gênero *Manilkara* Adans., que possuem madeira de alta qualidade, látex e frutos comestíveis, podendo ser exploradas comercialmente (ALMEIDA JÚNIOR, 2010; FABRIS e PEIXOTO, 2013). Outras espécies com potencial madeireiro e para obtenção de frutos estão distribuídas nos gêneros *Chrysophyllum*, *Diploon*, *Pouteria*, *Pradosia* e *Sideroxylon* (LORENZI, 2002; 2009).

*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn., conhecida popularmente como quixaba, quixabeira, coronilha, sapotiaba, rompe-gibão, entre outros nomes populares (LORENZI, 2002), é uma árvore com sete a 18 metros de altura, galhos pendentes, fortes espinhos, tronco curto e cilíndrico, de casca rugosa e fissurada (30-60 cm de diâmetro) (KIILL e LIMA, 2011). A espécie pode ser encontrada em países das Américas Central e do Sul, em diversos tipos de vegetação (PRADO, 2003); no Brasil, ocorre nos domínios fitogeográficos da Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal (CARNEIRO et al., 2015), em diferentes tipos de solos (BELTRÃO et al., 2008), em várzeas húmidas e matas ciliares (LACERDA et al., 2005). A sua madeira é dura, pesada e com baixa durabilidade, geralmente utilizada por comunidades do semiárido na fabricação de utensílios domésticos (LORENZI, 2002) e construções rurais (PEDROSA et al., 2015).

A *S. obtusifolium* é uma espécie clímax (SCIPIONI; GALVÃO; LONGHI, 2013), floresce de outubro a dezembro e frutifica de janeiro a abril (DELFINO; MASCIADRI; FIGUEREDO, 2005). As suas flores são hermafroditas, de coloração creme e agrupadas em

inflorescências visitadas por várias espécies de insetos das ordens Hymenoptera, Diptera e Lepidoptera (KIILL e LIMA, 2011). Os frutos suculentos são do tipo drupa e de dispersão zoocórica (SCIPIONI; GALVÃO; LONGHI, 2013; LIMA e MELO, 2015), sendo uma opção de fruta nativa para exploração na região semiárida porque, apesar do baixo rendimento de polpa (20,89%), a alta produtividade por planta é elevada (60 kg) (GARRIDO et al., 2007).

Os seus frutos, por serem ricos em antocianinas, podem ser utilizados na alimentação humana, prevenindo doenças, ou destinados à indústria de alimentos como fonte de pigmentos naturais (FIGUEIREDO e LIMA, 2015). Além disso, importantes metabólitos secundários têm sido identificados na *S. obtusifolium* por meio de prospecção fitoquímica, como fenóis, taninos pirogálicos, xantonas, flavonoides, catequinas e alcalóides (AQUINO et al., 2016).

A *S. obtusifolium* tem atividade antibactericida (LEANDRO et al., 2013) e antifúngica (PEREIRA et al., 2016), sendo suas partes (folhas e cascas) utilizadas na medicina popular na forma de chás (AQUINO et al., 2016), e também como antibiótico, no combate a inflamações crônicas, problemas cardíacos, respiratórios e sanguíneos, distúrbios menstruais e dores no trato intestinal (ALBUQUERQUE et al., 2011).

As sementes são fotoblásticas neutras (SILVA et al., 2014) e possuem dormência tegumentar resultante de sua impermeabilidade à água (SILVA; BRUNO; MELO, 2015), entretanto, já há informações sobre métodos para superá-la e consequente facilidade na obtenção de plântulas (REBOUÇAS et al., 2012). Levando-se em consideração o grande potencial da *S. obtusifolium*, Paulino et al. (2011) destacaram a necessidade de estudos sobre a propagação da espécie por sementes que envolvessem métodos para a superação da dormência, sobre propagação vegetativa por estacas, e sobre métodos para a formação de mudas. Esses estudos são de grande importância, pois a ocorrência dessa espécie é influenciada pela dormência de suas sementes e pelas condições ambientais, além da exploração predatória em seus ambientes naturais.

A intensa extração da casca e a falta de medidas que visem o cultivo e a implantação da espécie em áreas de sua ocorrência têm sido as principais ameaças para a sua conservação (BELTRÃO et al., 2008). Além disso, a predação da espécie por caprinos nas fases de plântula e adulta faz com que a planta esteja vulnerável em áreas de caprinocultura extensiva (LEAL; VICENTE; TABARELLI, 2003).

A relação entre o recurso florestal e o ambiente é bastante complexa (YARED e SOUZA, 1993) e a perda de indivíduos de uma ou de várias espécies implica em alterações deletérias sobre o ambiente e o equilíbrio dos ecossistemas. É importante destacar que encontrar a estratégia adequada de uso, aproveitamento econômico e preservação do potencial

contido na incomum megadiversidade brasileira estabelecida em várias configurações socioculturais é um desafio permanente (LEONEL, 2000).

### 2.3. Fenologia

A comunidade vegetal consiste em grupos de populações que coexistem no espaço, no tempo e interagem entre si direta e indiretamente (GUREVITCH; SCHEINER; FOX, 2009). A dinâmica das populações de espécies de uma comunidade é influenciada pelo período (MANTOVANI et al., 2003) e época reprodutivos das mesmas ao assegurarem a sobrevivência e o estabelecimento dos indivíduos jovens (FERRAZ et al., 1999). Além disso, as variações nos padrões de dispersão de diásporos também influenciam nesse processo e dependem da estrutura do ecossistema em que estão inseridas as espécies (DEMINICIS et al., 2009).

As florestas tropicais úmidas, por exemplo, são constituídas por espécies vegetais cujo principal veículo de disseminação de suas sementes são os animais (zoocoria) (KINOSHITA et al., 2006; ALMEIDA JÚNIOR et al.; 2007). No entanto, nas florestas tropicais secas, a exemplo da Caatinga, podem predominar as dispersões autocóricas e anemocóricas (SILVA et al., 2013), sendo possível haver variações (GRIZ e MACHADO, 2001). Cada comunidade, de acordo com as características do solo, clima e das espécies que constituem o ambiente, estabelece o equilíbrio e a dinâmica do tipo de dispersão predominante.

A conservação e as estratégias sustentáveis de uso das espécies vegetais só são possíveis a partir de informações do seu complexo ciclo reprodutivo, cujo padrão de ocorrência é conhecido por meio de estudos direcionados para a biologia reprodutiva e para a dinâmica fenológica (TONINI, 2011). A fenologia pode ser compreendida como o estudo de eventos sazonais de espécies vegetais (TOOKE e BATTEY, 2010) como a brotação, o florescimento, a frutificação e a dispersão de sementes (fitofases) (BIONDI; LEAL; BATISTA, 2007), permitindo o entendimento quanto às interações planta-animal e do sucesso reprodutivo das espécies vegetais (JUSTINIANO e FREDERICKSEN, 2000; NEVES; FUNCH; VIANA, 2010).

A avaliação da disponibilidade de recursos naturais em diferentes condições edafoclimáticas é possível a partir do conhecimento da fenologia das espécies vegetais (ARAÚJO; SANTOS; LEMOS, 2014). A sincronia fenológica pode interferir de forma qualitativa e quantitativa na disponibilidade dos recursos disponíveis para os organismos

consumidores (polinizadores, dispersores e predadores) (WILLIAMS et al., 1999), uma vez que sofre a influência de fatores próximos e finais (PEDRONI; SANCHEZ; SANTOS, 2002), também compreendidos como abióticos e bióticos. Entre os principais fatores abióticos destacam-se a precipitação (GUILHERME et al., 2011), a temperatura, o fotoperíodo (MADEIRA e FERNANDES, 1999; ANDREACCI; BOTOSSO; GALVÃO, 2017) e o estresse hídrico (BORCHERT, 1980; REICH e BORCHERT, 1984); como fatores bióticos destacam-se as pragas e doenças (FERRERA et al., 2017).

Dessa forma, as mudanças nos ciclos fenológicos são indicativas da interação das plantas com seu ambiente e podem sinalizar alterações climáticas de um ano para outro ou mesmo mudanças ambientais globais (PEREIRA et al., 2008). Pesquisas abordando o papel das mudanças do clima sobre os padrões fenológicos das espécies têm sido realizadas (VISSER; BOTH, 2005; MENZEL et al., 2006; PARMESAN, 2007) porque são importantes para compreender a interferência de tais mudanças nos ecossistemas (AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2009).

Associada com outros eventos ecológicos, a fenologia rege a sucessão das comunidades florestais, podendo contribuir para o estabelecimento de épocas adequadas para coleta de material fértil, controle de pragas (BIONDI; LEAL; BATISTA, 2007) e medidas de recuperação de áreas degradadas (CALEGARI et al., 2011), permitindo a compreensão da biodiversidade dos ecossistemas, a exemplo da Caatinga (GUEDES; QUIRINO; GONÇALVES, et al., 2009). Os estudos fenológicos também servem de subsídios para a racionalização de atividades agropecuárias, a partir de estudos direcionados para espécies que têm importância comercial (madeireiro, forrageiro, medicinal, apícola, entre outros), (PEREIRA et al., 1989).

Apesar da rica diversidade fenológica das florestas tropicais secas, existem poucas informações sobre os fatores de condução e os mecanismos pelos quais as plantas adaptam seus padrões fenológicos (ALBUQUERQUE et al., 2012). Essas lacunas, sobretudo para as distintas espécies da Caatinga, vêm sendo preenchidas ao longo do tempo (BARBOSA et al., 1989; PEREIRA et al., 1989; MACHADO; BARROS; SAMPAIO, 1997; NADIA; MACHADO; LOPES, 2007; FABRICANTE; ANDRADE; OLIVEIRA, 2009; PARENTE et al., 2012; JAPIASSÚ et al., 2016), o que representa iniciativas que visam à obtenção de informações para sua conservação e/ou recuperação.

De maneira geral, as espécies da Caatinga perdem suas folhas (senescência) na estação seca e emitem brotação, botão floral e flores na estação chuvosa (BARBOSA; BARBOSA; LIMA, 2003). A inferência do clima sobre as variáveis fenológicas é possível mediante a

avaliação da correlação entre elas, uma vez que a duração e a intensidade das diferentes fases fenológicas representam ajustes aos períodos favoráveis e desfavoráveis dos ciclos vegetativos e reprodutivos da planta (SILVA et al., 2012).

Para o gênero *Sideroxylon*, poucas informações estão disponíveis na literatura quanto aos estudos fenológicos, a exemplo da pesquisa realizada numa área de Caatinga em Alagoinha - PE, Brasil, para a espécie *Bumelia sartorum* Mart. (sinonímia botânica para *S. obtusifolium*), em que a floração ocorreu na estação chuvosa, com formação de folhas novas na transição do período chuvoso para o seco (BARBOSA et al., 1989). Em um bosque seco na Costa Rica, a senescência, formação de novas folhas, floração e frutificação de *Sideroxylon capiri* (A. DC.) Pittier T.D.Penn. foram registradas durante todos os anos de avaliação, com variações nessas fenofases de acordo com a estação do ano (GARCÍA e DI STEFANO, 2005). Para *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. subsp. *obtusifolium* na restinga de Maricá - RJ, Brasil, a floração e frutificação foi anual e regular, com correlação significativa positiva entre o desenvolvimento dos frutos e os fatores abióticos temperatura média e precipitação (GOMES; PINHEIRO; LIMA, 2008).

Em um estudo da biologia reprodutiva de *S. obtusifolium* entre os anos de 2003 e 2005, em área de Caatinga no Estado da Bahia, Brasil, foram observadas variações no brotamento, senescência e na floração ao longo das observações (KIILL; MARTINS; SILVA, 2014). Nesse sentido, a continuidade de estudos fenológicos da espécie *S. obtusifolium* possibilitará a obtenção de informações dos padrões observados em função das particularidades de áreas específicas, de modo que sirvam como base para a compreensão da dinâmica de populações e demais aspectos ecológicos, bem como de referência para a elaboração de estratégias de uso racional e recuperação de áreas da região semiárida.

## **2.4. Banco de sementes**

A presença das espécies no solo em uma determinada área reflete o sucesso da disseminação das sementes, como resultado das distintas síndromes de dispersão (SOUZA; RODRIGUES; JOLY, 2017), as quais são artifícios ecológicos utilizados pelos vegetais para espalhar eficientemente seus propágulos (NEGRINI et al., 2012).

A dispersão é o principal meio de entrada de sementes no solo (MACHADO et al., 2013) e pode ser realizada por fatores abióticos (vento, gravidade e água), bióticos (animais) ou pela interação entre eles, cuja eficiência está diretamente relacionada com as características

dos diásporos (frutos, sementes e esporos) (VENZKE et al., 2014). Após caírem na superfície do solo, as sementes podem germinar imediatamente, assim como persistirem por curtos ou longos períodos de tempo (THOMPSON e GRIME 2000).

O conjunto de sementes viáveis no solo ou associado à serapilheira para uma determinada área em um determinado momento constitui o denominado banco de sementes, cuja composição pode ser afetada pelo tipo de dispersão, das espécies presentes na área como daquelas encontradas em locais adjacentes (CALDATO et al., 1996; SOUZA et al., 2011). O estoque de sementes no solo é variável e depende da relação entre entrada e saída (LOPES et al., 2010), sendo esta última resultante do processo de germinação, parasitismo, predação (MESQUITA; ANDRADE; PEREIRA, 2014) e morte das sementes.

O período que a semente permanece viável no solo e o fluxo de germinação de sementes das espécies que compõem o banco de sementes do solo dependem dos atributos fisiológicos da semente, tipo de dormência, condições ambientais favoráveis como disponibilidade de água, oxigênio e luz, da habilidade das sementes viáveis em responder a estes estímulos, assim como das interações bióticas (existência de parasitas, predadores ou até mesmo de plantas invasoras) (MONQUERO e SILVA, 2005; BRAGA et al., 2008).

Áreas antropizadas desfavorece o processo de restabelecimento da vegetação, ocasionando o empobrecimento quali-quantitativo do banco de sementes (GASPARINO et al., 2006). Nesse sentido, a conservação das florestas ou a restauração de áreas perturbadas requer o entendimento de uma série de processos ecológicos que ocorrem na comunidade (TRES et al., 2007), sendo que quanto mais detalhadas forem as informações sobre o banco de sementes, maiores serão as contribuições para programas de manejo, conservação e recuperação (BRAGA et al., 2008).

Conforme levantamento realizado por Meiado (2014), aproximadamente 90% das pesquisas sobre banco de sementes nos solos da Caatinga abordaram a densidade das sementes e composição florística das espécies que formam os bancos. Dessa forma, Ferreira et al. (2014) relataram a importância desses estudos, pois muitas áreas da Caatinga sofreram ação predatória por meio de queimadas, desmatamento, agricultura e pecuária, os quais são fatores que trazem prejuízos ambientais de curto, médio e longo prazo.

A dinâmica de formação de banco de sementes em ambiente semiárido é influenciada pelas interações entre plantas e fatores abióticos, sobretudo a precipitação (PUGNAIRE e LAZARO, 2000). Além de atuar diretamente no processo germinativo, a ocorrência das chuvas e a disponibilidade hídrica são indispensáveis para que as plantas consigam completar eficientemente o seu ciclo biológico (COSTA e ARAÚJO, 2003). Ainda segundo esses

autores, devido à sazonalidade e irregularidade do regime pluviométrico na Caatinga, entende-se que o seu solo possui sementes com alta porcentagem de germinação no início da estação chuvosa, o que se assemelha ao observado em regiões desérticas e semidesérticas.

A análise da densidade e diversidade de bancos de sementes pode ser realizada pela contagem direta e da emergência de plântulas (SIMPSON et al., 1989; BROWN, 1992), no entanto, por meio da contagem direta não é possível saber a viabilidade das sementes, enquanto que pelo método de emergência de plântulas pode ocorrer a subestimação da densidade das sementes dormentes nos bancos (SIMPSON et al., 1989). Na Caatinga, predominam os estudos pelo método da emergência de plântulas, como os realizados por Costa e Araújo (2003), Mamede e Araújo (2008), Santos et al. (2010), Gonçalves et al. (2011), Ribeiro et al. (2017) e Sousa et al. (2017). De acordo com Ooi (2015), para uma previsão a longo prazo dos impactos das mudanças climáticas na distribuição de espécies de plantas, assim como o risco de extinção, particularmente em ecossistemas onde a persistência do banco de sementes é crítica é necessário vincular as mudanças futuras no clima com mecanismos que determinam a longevidade da semente no banco.

Independentemente do método utilizado, os levantamentos da composição dos bancos de sementes de áreas específicas da Caatinga podem fornecer um padrão de referência que permite diagnosticar a degradação da vegetação em locais vizinhos (RICHTER e STROMBER, 2005). Nesse sentido, as informações obtidas servem como indicadores do grau de preservação, assim como auxiliam na elaboração de um banco de dados que pode ser utilizado em programas de revitalização de áreas alteradas e com potencial de serem recuperadas.

## **2.5. Produção de mudas**

O setor florestal tem grande importância econômica no Brasil e, diante da grande diversidade de espécies, muito ainda há de ser investigado (SILVA; VIEIRA; PANOBIANCO, 2014). Plantios comerciais de espécies exóticas, a exemplo de eucaliptos (*Eucalyptus* spp.) e pinus (*Pinus* spp.) se sobressaem no país, sobretudo na região Sudeste e Sul (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTA PLANTADA - ABRAF, 2013), cuja expansão é resultante da crescente demanda por produtos e energias renováveis (GABRIEL et al., 2013), a exemplo de celulose e papel, construção civil, energia, laminação, óleos essenciais, serraria, dentre outros (EHLERS e ARRUDA, 2014).

Para atender essa necessidade é necessário expandir o plantio de espécies para fins comerciais, bem como aumentar a produtividade das florestas (ROCHA et al., 2013). Muitas espécies nativas do Brasil e distribuídas nos seus diferentes ecossistemas têm potencial econômico (ALBUQUERQUE et al., 2007), no entanto, necessitam de informações que garantam seu uso racional e sustentável, sem as quais essas atividades tornam-se ilegais e altamente danosas ao meio ambiente.

Medidas como diminuir a devastação, conscientizar a população de que os recursos florestais não são inesgotáveis, elaborar políticas e formas de plantio de mudas para a recuperação de áreas de onde a vegetação foi removida são desafios a serem superados e que podem auxiliar a restabelecer a harmonia ambiental (PRUDÊNCIO e CÂNDIDO, 2009). Nesse aspecto, Jesus et al. (2016) enfatizaram que a revegetação é o ponto de partida e pré-requisito obrigatório para a recuperação de ecossistemas, cujo resgate da estrutura da vegetação quanto às suas composição e função ecológica é um grande desafio.

Geralmente, a compensação da perda de espécies arbóreas é feita basicamente pela implantação de mudas de espécies nativas visando favorecer a regeneração vegetal e minimizar os efeitos deletérios da degradação como a erosão, assoreamento e empobrecimento do solo (CALDEIRA et al., 2013), sendo indispensáveis esforços para a dinamização e eficiência do processo de produção de mudas.

A propagação de grande parte das espécies vegetais nativas para a produção de mudas é feita por sementes (SILVA et al., 2017) e o crescimento lento de muitas delas, principalmente das classificadas como tardias ou clímax, é um desafio no processo de produção de mudas, sendo de fundamental importância estratégias de produção com qualidade no menor tempo possível (CUNHA et al., 2005; LIMA et al., 2017). Para tanto, a aquisição de boas sementes (DANTAS et al., 2011), o uso de substratos e recipientes adequados, irrigação, adubação (COSTA et al., 2013; COSTA et al., 2015), a escolha de áreas ou ambientes com características que confirmem proteção às mudas e favoreçam um manejo que garanta maior uniformização de crescimento são indispensáveis para resultados satisfatórios (GOMES et al., 2002).

O sucesso de qualquer programa de produção de mudas para a reabilitação de florestas, conservação de recursos genéticos, recuperação de áreas degradadas, plantios comerciais, arborização urbana, dentre outras atividades, depende da utilização de sementes de alta qualidade (FLORES et al., 2011; ATAÍDE et al., 2014). A implantação de espécies em determinada área pode ser feita a partir da semeadura diretamente no campo, entretanto, essa técnica é limitada a poucas espécies e não assegura a sobrevivência das plantas; ou por meio



do plantio de mudas que, por sua vez, torna-se mais eficiente por serem obtidas em viveiros, onde há possibilidade de proteção contra pragas e doenças, assim como controle do sombreamento e da irrigação (SIMÕES, 1987).

No processo de produção de mudas, um dos objetivos é a obtenção de plantas com boas características morfológicas que garantam o seu rápido estabelecimento e sobrevivência no campo (FONSECA et al., 2002) e, para tanto, o estudo, a definição e adequação de metodologias e do sistema utilizado durante o crescimento das plantas em viveiros é de grande importância para produzir mudas de qualidade, de forma mais rápida com redução dos custos operacionais (ANTONIAZZI et al., 2013).

Mediante a avaliação das características morfológicas das plantas é possível determinar o período mais apropriado para o seu cultivo no campo (local onde as condições geralmente são adversas), evitando replantios e gastos desnecessários (GOMES et al., 2002). Nos viveiros florestais, a produção de mudas em recipientes é o sistema mais utilizado porque permite a melhor qualidade das plantas por possibilitar um maior controle sobre a nutrição, proteção das raízes contra injúrias mecânicas e desidratação, além de facilitar o manejo mais adequado na área do viveiro, no transporte, na distribuição e no plantio (GOMES et al., 2003).

Diante disso, outro aspecto importante na produção de mudas é a escolha do recipiente (LISBOA et al., 2012), que depende de vários fatores relacionados às condições locais e a espécie a ser reproduzida (AGUIAR e MELLO, 1974). Dentre os principais tipos de recipientes requeridos destacam-se os tubetes de tamanho e formas diferenciados (GOMES et al., 2003), bastante utilizados para espécies de eucaliptos (*Eucalyptus* spp.) e pinus (*Pinus* spp.), assim como os sacos de polietileno de cor preta e com diferentes volumes (DANNER et al., 2007; VIANA et al., 2008; CRUZ; ANDRADE; FEITOSA, 2016). Cabe destacar que cada tipo de recipiente tem suas vantagens e desvantagens, sendo a melhor escolha aquela que estabeleça a melhor relação entre os custos de aquisição, taxa de crescimento das espécies e tempo de permanência da muda no viveiro.

Outro ponto que merece destaque por interferir diretamente na qualidade das mudas é o substrato, que exerce a função do solo, fornecendo sustentação e os nutrientes necessários à planta, para que cresçam nutridas e bem formadas. Este pode ser de origem animal (esterco e húmus), vegetal (tortas, bagaços, xaxim e serragem), mineral (vermiculita, perlita e areia) e artificial (espuma fenólica e isopor) (CECONI et al., 2007; RODRIGUES e COSTA, 2009). O nível de eficiência dos substratos influencia diretamente na formação de mudas (CALDEIRA et al., 2008) e sua escolha deve levar em consideração as necessidades da

planta, o sistema de cultivo, suas características físico-químicas, disponibilidade (DONEGÁ et al., 2014) e ser de fáceis aquisição e transporte (GARCIA et al., 2011).

No Brasil, a terra de subsolo pura ou associada ao esterco animal, bem como a areia em pequenas proporções, são bastante usadas na produção de mudas (COSTA et al., 2005). Uma das desvantagens da terra quando utilizada pura é a sua acidez elevada e baixos níveis de nutrientes, sendo, muitas vezes, necessária a sua correção para que possa ser utilizada (MIRANDA et al., 2013). Os substratos comerciais também são empregados (VIEIRA e WEBER, 2015), entretanto, mesmo havendo várias espécies nativas com potenciais ambiental e econômico, poucas marcas comerciais oferecem substratos específicos às mesmas. Em sua maioria, as misturas são formuladas a partir de material orgânico decomposto e turfas misturados a outros componentes secundários (presentes em menor quantidade), destacando-se a casca de pinus, carvão moído, vermiculita, casca de arroz carbonizada e a fibra de casca de coco. Essas formulações objetivam melhorar as propriedades físicas e diminuir os custos de produção (DONEGÁ et al., 2014; GASPARIN et al., 2014).

Muitos produtores, normalmente, preparam seus próprios substratos utilizando diversos materiais puros ou em misturas, levando em consideração, principalmente, a disponibilidade regional (SILVA et al., 2010). A maior ou menor concentração de um componente na elaboração de substratos varia de acordo com a região, tornando-se escassos e caros em locais mais distantes do ponto de interesse (CALDEIRA et al., 2014).

O aumento na demanda por substratos para a produção de mudas tem impulsionado a diversificação no uso de materiais e, além disso, existe uma concorrência no mercado por materiais comuns como, por exemplo, da casca de pinus para energia e de arroz, tanto para energia como para formação da cama de aviário e cobertura de canteiros de morangos (KRATZ et al., 2013). Os estudos quanto aos substratos devem ser intensificados com o intuito de aumentar as possibilidades de formulação e redução de custos, podendo ser utilizados resíduos agropecuários, agroindustriais, industriais, florestais e urbanos para a produção de mudas; tal medida contribui para o aproveitamento desses materiais, minimização da poluição e desenvolvimento da consciência ambiental, já que grandes volumes desses produtos são gerados, representando um problema ambiental (FENILLI; SCHORN; NASATO, 2010; KRATZ e WENDLING 2013; OLIVEIRA et al., 2014; FERREIRA; COSTA; PASIN, 2015).

Os substratos alternativos podem contribuir com modelos de produção sustentáveis e inovações tecnológicas. No Brasil, as atividades mineralógicas de extração e beneficiamento do caulim têm grande importância social e econômica, devido ao fato desse material ser

utilizado na fabricação de papel, porcelana, adubos e cosméticos (SILVA; VIDAL; PEREIRA 2001). O país é o detentor da segunda maior reserva mundial de caulim com exploração em vários Estados da Federação (ANDRADE et al., 2015), destacando-se, na região Nordeste, a cidade de Equador, Estado do Rio Grande do Norte, e as cidades de Junco do Seridó e Tenório, Estado da Paraíba (SANTOS e LIMA, 2012; NASCIMENTO; DINIZ; ARAÚJO, 2013). Como resultados negativos de sua exploração estão os danos causados ao meio ambiente, uma vez que do total do caulim extraído, 70% são descartados na forma de rejeito, ocasionando a poluição do solo, água e ar (CABRAL; LEITE FILHO; ARAÚJO, 2009).

Apesar dessa problemática, o rejeito de caulim é passível de ser reciclado e, como alternativa para o seu aproveitamento, pode-se citar o seu uso na produção de blocos e telhas cerâmicos (MENEZES et al., 2007). No que se refere à produção de mudas, o rejeito de caulim foi estudado como componente de substratos para algumas espécies vegetais como *Annona muricata* L. (graviola) (CAMPOS et al., 2008), *Anadenanthera macrocarpa* Brenan (angico) (ALVES et al., 2012), *Hymenaea courbaril* L. (jatobá) (OLIVEIRA et al., 2014). A diversidade de espécies vegetais é um indicativo da necessidade de intensificar os estudos e, embora alguns avanços tenham sido observados, não há informações quanto à eficácia da incorporação desse material para outras espécies, inclusive da Caatinga, a exemplo da *S. obtusifolium*.

Além dos aspectos já citados, a intensidade de luz deve ser considerada, já que seus efeitos variam entre as espécies. A produção de mudas de espécies florestais em muitos viveiros tem sido realizada em pleno sol, objetivando economizar na estrutura e acelerar a adaptação das plantas às condições de campo (QUEIROZ et al., 2015). Tendo em vista que a luz influencia de maneira diferente sobre as espécies vegetais, a produção de mudas florestais em diferentes níveis de sombreamento também tem sido alvo de pesquisas. A luz atua no crescimento das plantas (QUEIROZ e FIRMINO, 2014), fornecendo energia para a fotossíntese e sinais que regulam seu desenvolvimento por meio de receptores de luz sensíveis a diferentes intensidades, qualidade espectral e estado de polarização (ALBUQUERQUE; EVANGELISTA; ALBUQUERQUE NETO, 2015). A necessidade por luz também está relacionada com o grupo ecológico das espécies (MACIEL et al., 2003), o que auxilia na compreensão de como as mesmas ocorrem e se distribuem nos ecossistemas.

Quanto à espécie *S. obtusifolium* há relatos na literatura que a semente da espécie é fotoblástica neutra (SILVA et al., 2014) e que pertence ao grupo ecológico clímax (SCIPIONI; GALVÃO; LONGHI, 2013), indicando ser mais tolerante ao sombreamento. A produção de mudas da espécie em diferentes níveis de sombreamento, além de permitir a

compreensão do seu comportamento em diferentes regimes de luz, possibilita a otimização do processo de obtenção de plantas uniformes e vigorosas de modo que possam ser implantadas eficientemente no seu local definitivo.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A.H.M.; LELES, P.S.S.; MELO, L.A.; FERREIRA, D.H.A.A.; MONTEIRO, F.A.S. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. **Revista Floresta**, Curitiba v.45, n.1, p.141-150, 2015.

AGRA, M.F.; BARACHO, G.S.; BASÍLIO, I.J.; NURIT, K.; BARBOSA, D.A. Sinopse da flora medicinal do cariri paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v.13, n.3, p.323-330, 2007.

AGUIAR, I.B.; MELLO, H.A. Influência do recipiente na produção de mudas e no desenvolvimento inicial após o plantio no campo, de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus saligna* Smith. **IPEF**, Piracicaba, n.8, p.19-40, 1974.

ALBUQUERQUE, T.C.S.; EVANGELISTA, T.C.; ALBUQUERQUE NETO, A.A.R. Níveis de sombreamento no crescimento de mudas de castanheira do Brasil. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v.9, n.4, p.440-445, 2015.

ALBUQUERQUE, U.P.; ARAÚJO, E.L.; EL-DEIR, A.C.A.; LIMA, A.L.A.; SOUTO, A., BEZERRA, B.M.; FERRAZ, E.M.N.; FREIRE, E.M.X.; SAMPAIO, E.V.S.B.; LASCASAS, F.M.G.; MOURA, G.J.B.; PEREIRA, G.A.; MELO, J.G.; RAMOS, M.A.; RODAL, M.J.N.; SCHIEL, N.; LYRA-NEVES, R.M.; ALVES, R.R.N.; AZEVEDO-JÚNIOR, S.M.; TELINO JÚNIOR, W.R.; SEVERI, W. Caatinga revisited: ecology and conservation of an importante seasonal dry forest. **The Scientific World Journal**, New York, v.2012, n.3, p.1-18, 2012.

ALBUQUERQUE, U.P.; MEDEIROS, P.M.; ALMEIDA, A.L.S.; MONTEIRO, J.M.; LINS NETO, E.M.F.; MELO, J.G.; SANTOS, J.P. Medicinal plants of the Caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: a quantitative approach. **Journal of Ethnopharmacology**, Shannon, v.114, n.3, p.325-354, 2007.

ALBUQUERQUE, U.P.; SOLDATI, G.T.; SIEBER, S.S.; LINS NETO, E.M.F.; SÁ, J.C.; SOUZA, L.C. Use and extraction of medicinal plants by the Fulni-ô indians in northeastern Brazil - implications for local conservation. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana v.11, n.2, p.309-320, 2011.

ALMEIDA JÚNIOR, E.B. **Diversidade de *Manilkara* Adans. (Sapotaceae) para o Nordeste do Brasil**. 2010. 157f. (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2010.

ALMEIDA JÚNIOR, E.B.; MEDEIROS, D.; VICENTE, A.; LIMA, L.F.; LIMA, P.B. Estudo comparativo entre síndromes de dispersão em quatro áreas de Floresta Atlântica sensu lato, Nordeste - Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.1, p.498-500, 2007.

ALVES, A.S.; OLIVEIRA, L.S.B.; ANDRADE, L.A.; GONÇALVES, G.S.; SILVA, J.M. Produção de mudas de angico em diferentes tamanhos de recipientes e composições de substratos. **Revista Verde**, Mossoró, v.7, n.2, p.39-44, 2012.

ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A.; NASCIMENTO, S.S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n3, p.126-135, 2009.

AMORIM, I.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAÚJO, E.L. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga do Seridó, RN. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.3, p.491-499, 2009.

ANDRADE R.L.; SOUTO, J.S.; SOUTO, P.C.; BEZERRA, D.M. Deposição de serrapilheira em área de Caatinga na RPPN "Fazenda Tamanduá", Santa Terezinha-PB, **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.2, p.223-230, 2008.

ANDRADE, A.L.S.; SOUSA, A.A.P.; OLIVEIRA, D.F.; MARACAJA, A.C.M.P.B. Mineração de caulim no município de Equador-RN Brasil: andragogia e percepção ambiental. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, v.9, n.1, p.27-47, 2015.

ANDREACCI, F.; BOTOSSO, P.C.; GALVÃO, F. Fenologia vegetativa e crescimento de *Cedrela fissilis* na Floresta Atlântica, Paraná, Brasil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.24, p.1-11, 2017.

ANTONIAZZI, A.P.; BINOTTO, B.; NEUMANN, G.M.; SAUSEN, T.L. BUDKE, J.C. Eficiência de recipientes no desenvolvimento de mudas de *Cedrela fissilis* Vell. (Meliaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.11, n.3, p.313-317, 2013.

AQUINO, P.; FIGUEREDO, F.G.; PEREIRA, N.; NASCIMENTO, E.; MARTIN, A.; VERAS H.; OLIVEIRA, C.; FERREIRA, S.; LEANDRO, L.; SILVA, M.; MENEZES, I. Avaliação da atividade anti-inflamatória tópica e antibacteriana do extrato metanólico das folhas de *Sideroxylon obtusifolium*. **Acta Biológica Colombiana**, Bogotá, v.21, n.1, p.131-140, 2016.

ARAÚJO, E.; CHAVES, I.B. Caracterização visual da Caatinga. **Informativo Abrates**, Londrina, v.24, n.3, p.14-17, 2014.

ARAÚJO, E.L.; CASTRO, C.C.; ALBUQUERQUE, U.P. Dynamics of brazilian Caatinga - a review concerning the plants, environment and people. **Functional Ecosystems and Communities**, [S.l.], v.1, n.1, p.15-28, 2007.

ARAÚJO, R.R.; SANTOS, E.D.; LEMOS, E.E.P. Fenologia do muricizeiro *Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich em zona de tabuleiro costeiro do nordeste brasileiro. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v.12, n.1, p.1-8, 2014.

Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas - ABRAF -. **Anuário Estatístico Abraf 2013 ano base 2012**. Brasília: ABRAF; 2013. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/3887/browse?type=dateissued>>. Acesso em: 03 ago. 2017.

ATAÍDE, G.M.; BORGES, E. E.L.; FLORES, A.V.; CASTRO, R.V.O. Avaliação preliminar da embebição de sementes de jacarandá-da-bahia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.34, n.78, p.133-139, 2014.

AZEVEDO, G.T.O.S.; NOVAES, A.B.; AZEVEDO, G.B.; SILVA, H.F. Desenvolvimento de mudas de nim indiano sob diferentes níveis de sombreamento. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.22, n.2, p.249-255, 2015.

BARBOSA, D.C.A.; ALVES, J.L.H.; PRAZERES, S.M.; PAIVA, A.M.A. Dados fenológicos de 10 espécies arbóreas de uma área de Caatinga (Alagoinha-PE). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.3, n.2, p.109-117, 1989.

BARBOSA, D.C.A.; BARBOSA, M.C.A.; LIMA, L.C.M. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife, UFPE. 2003. p.657-693.

BELTRÃO, A.E.S.; TOMAZ, A.C.A.; BELTRÃO, F.A.S.; MARINHO, P. *In vitro* biomass production of *Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.18, (supl.), p.696-698, 2008.

BESSA, M.C.; LACERDA, C.F.; AMORIM, A.V.; BEZERRA A.M.E.; LIMA, A.D. Mechanisms of salt tolerance in seedlings of six woody native species of the Brazilian semi-arid. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.48, n.1, p.157-165, 2017.

BIONDI, D.; LEAL, L.; BATISTA, A.C. Fenologia do florescimento e frutificação de espécies ativas dos Campos. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v.29, n.3, p.269-276, 2007.

BORCHERT, R. Phenology and ecology of a tropical tree *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. **Ecology**, Nova York, v.61, n.5, p.1065-1074, 1980.

BRAGA, A.J.T.; GRIFFITH, J.J.; PAIVA, H.N.; MEIRA NETO, J.A.A. Composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária considerando o seu potencial de uso para recuperação ambiental. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.6, p.1089-1098, 2008.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do semi-árido brasileiro**. 2005. 32p.

BROWN, D. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.70, n.2, p.603-612, 1992.

CABRAL, E.S.; LEITE FILHO, E.M.; ARAÚJO, R.B. Impactos ambientais: uma abordagem das atividades de beneficiamento de caulim na região Borborema/Seridó na Paraíba. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.5, n.8, p.1-14, 2009.

CALDATO, S.L.; FLOSS, P.A.; DA CROCE, D.M.; LONGHI, S.J. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na reserva genética florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p.27-38, 1996.

CALDEIRA, M.V.W.; BLUM, H.; BALBINOT, R.; LOMBARDI, K.C. Uso do resíduo de algodão no substrato para produção de mudas florestais. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.6, n.2, p.191-202, 2008.

CALDEIRA, M.V.W.; DELARMELINA, W.M.; FARIA, J.C.T.; JUVANHOL, R.S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.1, p.31-39, 2013.

CALDEIRA, M.V.W.; FAVALESSA, M.; GONÇALVES, E.O.; DELARMELINA, W.M.; SANTOS, F.E.V.; VIERA, M. Lodo de esgoto como componente de substrato para produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.5, n.1, p.34-43, 2014.

CALEGARI, L.; MARTINS, S.V.; BUSATO, L.C.; SILVA, E.; COUTINHO JUNIOR, R.; GLERIANI, J.M. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas em viveiro via resgate de plantas jovens. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.1, p.41-50, 2011.

CÂMARA, C.A.; ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *Mimosa caesalpinhiifolia* Benth. e *Sterculia foetida* L. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Revista Floresta**, Curitiba, v.38, n.1, p.43-51, 2008.

CAMPOS, M.C.C.; MARQUES, F.J.; LIMA, A.G.; MENDONÇA, R.M.N. Crescimento de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata* L.) em substratos contendo doses crescentes de rejeitos de caulim. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v.8, n.1, p.61-66, 2008.

CARDOSO, D.B.O.S.; QUEIROZ, L.P. Diversidade de Leguminosae nas Caatingas de Tucano, Bahia: implicações para a fitogeografia do semi-árido do nordeste do Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.58, n.2, p.379-391, 2007.

CARDOSO, D.P.; SILVA, M.L.N.; CARVALHO, G.J.; FREITAS, D.A.F.; AVANZI, J.C. Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.6, p.632-638, 2012.

CARNEIRO, C.E.; ALVES-ARAUJO, A.; ALMEIDA JR., E.B.; TERRA-ARAUJO, M.H. 2015. *Sapotaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de



Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB21028>>. Acesso em: 09 jul. 2017.

CAVALCANTE, M.B. Ecoturismo no bioma Caatinga: o caso do Parque Estadual da Pedra da Boca, Paraíba. **Revista Nordestina de Ecoturismo**, Aracaju, v.2, n.1, p.25-38, 2009.

CECONI, D.E.; POLETO, I.; LOVATO, T.; MUNIZ, M.F.B. Exigência nutricional de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) à adubação fosfatada. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.17, n.1, p.25-32, 2007.

COSTA, E.; DIAS J.G.; LOPES K.G.; BINOTTI, F.F.S.; CARDOSO, E.D. Telas de sombreamento e substratos na produção de mudas de *Dipteryx alata* Vog. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.22, n.3, p.416-425, 2015.

COSTA, E.; DURANTE, L.G.Y.; SANTOS, A.; FERREIRA, C.R. Production of eggplant from seedlings produced in different environments, containers and substrates. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.31, n.1, p.139-146, 2013.

COSTA, F.R.; RÊGO, E.R.; RÊGO, M.M.; NEDER, D.G.; SILVA, S.M.; SCHUNEMANN, A.P.P. Análise biométrica de frutos de umbuzeiro do semiárido brasileiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.31, n.3, p.682-690, 2015.

COSTA, I.R.; ARAÚJO, F.S.; LIMA-VERDE, L.W. Flora e aspectos auto-ecológicos de um enclave de Cerrado na Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.18, n.4, p.759-770, 2004.

COSTA, M.C.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; ALBRECHT, J.M.F.; COELHO, M.F.B. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.1, p.19-24, 2005.

COSTA, M.R.G.F.; CARNEIRO, M.S.S.; PEREIRA, E.S.; MAGALHÃES, J.A.; COSTA, N.L.; MORAIS NETO, L.B.; MOCHÊ FILHO, W.J.E.; BEZERRA, A.P.A. Utilização do feno de forrageiras lenhosas nativas do Nordeste brasileiro na alimentação de ovinos e caprinos. **PUBVET**, Londrina, v.5, n.7, p.1-17, 2011.

COSTA, R.C.; ARAÚJO, F.S. Densidade, germinação e flora do banco de sementes no solo, no final da estação seca, em uma área de caatinga, Quixadá, CE. **Acta Botanica Brasilica**, Porto Alegre, v.17, n.2, p.259-264, 2003.

CRUZ, F.R.S.; ANDRADE, L.A.; FEITOSA, R.C. Produção de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) em diferentes substratos e tamanho de recipientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n.1, p.69-80, 2016.

CUNHA, A.O. ANDRADE, L.A.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, J.A.L.; SOUZA, V.C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

DANNER, M.A.; CITADIN, I.; FERNANDES JUNIOR, A.A.; ASSMANN, A.P.; MAZARO, S.M.; SASSO, S.A.Z. Formação de mudas de jaboticabeira (*Plinia* sp.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.179-182, 2007.

DANTAS, B.F.; LOPES, A.P.; SILVA, F.F.S.; BATISTA, P.F.; PIRES, M.M.M.L.; ARAGÃO, C.A. Produção de mudas de catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) em função de substratos e luminosidades. **Científica**, Jaboticabal, v.39, n.1/2, p.34-43, 2011.

DELFINO, L.; MASCIADRI, S.; FIGUEREDO, E. Registro de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. (Sapotaceae) en bosques psamófilos de la costa atlántica de Rocha, Uruguay. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v.60, n.2, p.129-133, 2005.

DEMINICIS, B.B.; VIEIRA, H.D.; ARAÚJO, S.A.C.; JARDIM, J.G.; PÁDUA, F.T.; CHAMBELA NETO, A. Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.58, n.1, p.35-58, 2009.

DONEGÁ, M.A.; FERREZINI, G.; MELLO, S.C.; MINAMI, K.; SILVA, S.R. Recipientes e substratos na produção de mudas e no cultivo hidropônico de tomilho (*Thymus vulgaris* L.) **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Campinas, v.16, n.2, p.271-274, 2014.

DRUMOND, M.A.; KIILL, L.H.P.; LIMA, P.C.F.; OLIVEIRA, M.C.; OLIVEIRA, V.R.; ALBUQUERQUE, S.G.; NASCIMENTO, C.E.S.; CAVALCANTE, J. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga. In: Workshop de avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga. 2000. **Anais...** Petrolina, Embrapa/Cpatsa, UFPE e Conservation International do Brasil, 2000.

DRUMOND, M.A; KIILL, L.H.P.; NASCIMENTO, C.E.S. Inventário e sociabilidade de espécies arbóreas e arbustivas da Caatinga na Região de Petrolina, PE. **Brasil Florestal**, Colombo, v.21, n.74, p.37-43. 2002.

EHLERS, T.; ARRUDA, G.O.S.F. Utilização do pó de basalto em substratos para mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.21, n.1, p.37-44, 2014.

FABRICANTE, J.R.; ANDRADE, L.A.; OLIVEIRA, L.S.B. Fenologia de *Capparis flexuosa* L. (Capparaceae) no Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.4, n.2, p.133-139, 2009.

FABRICANTE, J.R.; ARAÚJO, K.C.T.; CASTRO, R.A.; COTARELLI, V.M. Banco de sementes do solo de sítios de Caatinga sob influência do Projeto de Integração do Rio São Francisco. **Scientia Plena**, Aracajú, v.12, n.4, p.1-9, 2016.

FABRIS, L.C.; PEIXOTO, A.L. Sapotaceae das restingas do Espírito Santo, Brasil. **Revista Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.64, n.2, p.263-283, 2013.

FELIPPI, M.; MAFFRA, C.R.B.; CANTARELLI, E.B.; ARAÚJO, M.M.; LONGHI, S.J. Fenologia, morfologia e análise de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.22, n.3, p.477-491 2012.

FENILLI, T.A.B.; SCHORN, L.A.; NASATO, S.K. Utilização do pó de fumo no substrato para produção de mudas de tucaneira. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.8, n.2, p.183-190, 2010.

FERRAZ, D.K.; ARTES, R.; MANTOVANI, W.; MAGALHÃES, L.M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v.59, n.2, p.305-317, 1999.

FERRAZ, J.S.F.; ALBUQUERQUE, U.P.; MEUNIER, I.M.J. Valor de uso e estrutura da vegetação lenhosa às margens do Riacho do Navio, Floresta, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.20, n.1, p.125-134, 2006.

FERREIRA, C.D.; SOUTO, P.C.; LUCENA, D.S.; SALES, F.C.V.; SOUTO, J.S. Florística do banco de sementes no solo em diferentes estágios de regeneração natural de Caatinga. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.9, n.4, p.562-569, 2014.

FERREIRA, M.C.; COSTA, S.M.L.; PASIN, L.A.A. Uso de resíduos da agroindústria de bananas na composição de substratos para produção de mudas de pau pereira. **Nativa**, Sinop, v.3, n.2, p.120-124, 2015.

FERRERA, T.S.; PELISSARO, T.M.; EISINGER, S.M.; RIGHI, E.Z.; BURIOL, G.A. Fenologia de espécies nativas arbóreas na região central do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.27, n.3, p.753-766, 2017.

FIGUEIREDO, F.J.; LIMA, V.L.A.G. Antioxidant activity of anthocyanins from quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium*) fruits. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.17, n.3, p.473-479, 2015.

FLORES, A.V.; ATAÍDE, G.M.; BORGES, E.E.L.; SILVEIRA, B.D.; PEREIRA, M.D. Tecnologia e comercialização de sementes florestais: aspectos gerais. **Informativo Abrates**, Londrina, v.21, n.3, p.22-29, 2011.

FONSECA, E.P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.4, p.515-523, 2002.

GABRIEL, V.A.; VASCONCELOS, A.A.; LIMA, E.F.; CASSOLA, H.; BARRETTO, K.D.; BRITO, M.C. A importância das plantações de eucalipto na conservação da biodiversidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.33, n.74, p.203-213, 2013.

GALINDO, I.C.L.; RIBEIRO, M.R.; SANTOS, M.F.A.V.; LIMA J.F.W.F.; FERREIRA, R.F.A.L. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.3, p.1283-1296, 2008.

GARCÍA, E.G.; DI STEFANO, J.F. Fenologia del árbol *Sideroxylon capiri* (Sapotaceae) en el Bosque Seco Tropical de Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, San José, v.53, n.1-2, p.5-14, 2005.

GARCIA, V.A.; MODOLO, V.A.; LAGÔA, A.M.M.A.; NOMURA, E.S.; SÁES, L.A. Características do resíduo de mineração de areia como componente de substratos para a produção de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth). **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, supl.1, p.595-604, 2011.

GARRIDO, M.S.; SOARES, A.C.F.; SOUSA, C.S.; CALAFANTE, P.L.P. Características física e química de frutos de quixaba (*Sideroxylon obtusifolium* Penn.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.4, p.34-37, 2007.

GASPARIN, E.; AVILA, A.L.; ARAUJO, M.M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; DORNELES, D.U.; FOLTZ, D.R.B. Influência do substrato e do volume de recipiente na qualidade das mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.24, n.3, p.553-563, 2014.

GASPARINO, D.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M.; SOUZA, I. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.1-9, 2006.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.2, p.113-127, 2003.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

GOMES, M.L.O. **Germinação in vitro de *Parkinsonia aculeata* L.:** uma espécie de uso múltiplo ocorrente nas matas ciliares da caatinga. 2007. 47f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2007.

GOMES, R.; PINHEIRO, M.C.B.; LIMA, H.A. Fenologia reprodutiva de quatro espécies de Sapotaceae na restinga de Maricá, RJ. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.31, n.4, p.679-687, 2008.

GOMES, R.; PINHEIRO, M.C.B.; LIMA, H.A.; SANTIAGO-FERNANDES, L.D.R. Biologia floral de *Manilkara subsericea* e de *Sideroxylon obtusifolium* (Sapotaceae) em restinga. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.33, n.2, p.271-283, 2010.

GONÇALVES, G.S.; ANDRADE, L.A.; XAVIER, K.R.F.; OLIVEIRA, L.S.B.; MOURA, M.A. Estudo do banco de sementes do solo em uma área de Caatinga invadida por *Parkinsonia aculeata* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.9, n.4, p.428-436, 2011.

GOREEESIO-ROIZMAN, L.G. **Fitossociologia e dinâmica do banco de sementes de populações arbóreas de florestas secundárias em São Paulo, SP.** 1993 Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo 1993.

GRIZ, L.M.S.; MACHADO, I.C.S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in Caatinga, a tropical dry forest in the Northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.17, n.2, p.303-321, 2001.

GUEDES, R.S.; QUIRINO, Z.G.M.; GONÇALVES, E.P. Fenologia reprodutiva e biologia da polinização de *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth (Fabaceae). **Revista Biotemas**, Florianópolis, v.22, n.1, p.27-37, 2009.

GUILHERME, F.A.G.; SALGADO A.A.; COSTA, E.A.; ZORTÉA, M. Fenologia de *Cybistax antisiphilitica* (Mart.) Mart. (Bignoniaceae) na região urbana de Jataí, Goiás. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.1, p.138-147, 2011.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S.M.; FOX, G.A. **Ecologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 529p.

HOPFENSPERGER, K.N. A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. **Oikos**, [S.l.], v.116, n.9, p.1438-1448, 2007.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2004. **Mapa de biomas do Brasil: primeira aproximação**. IBGE, Rio de Janeiro.

JAPIASSÚ, A.; LOPES, K.P.; DANTAS, J.G.; NÓBREGA, J.S. Fenologia de quatro espécies arbóreas da Caatinga no semiárido paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.11, n.4, p.34-43, 2016.

JESUS, E.N.; SANTOS, T.S.; RIBEIRO, G.T.; ORGE, M.D.R.; AMORIM, V.O.; BATISTA, R.C.R.C. Regeneração natural de espécies vegetais em jazidas revegetadas. **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.23, n.2, p.191-200, 2016.

JUSTINIANO, M.J.; FREDERICKSEN, T.S. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. **Biotropica**, Washington, v.32, n.2, p.276-281 2000.

KIILL, L.H.P.; LIMA, P.C.F. **Plano de manejo para espécies da caatinga ameaçadas de extinção na reserva legal do projeto salitre**. Petrolina, 2011. 55p. (EMPRAPA semiárido. Documentos, 243).

KIILL, L.H.P.; MARTINS, C.T.V.D.; SILVA, P.P. Biologia reprodutiva de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. (Sapotaceae) na região semiárida da Bahia. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.6, p.1015-1025, 2014.

KIKIM, A.; YADAVA, P.S. Phenology of tree species in subtropical forests of Manipur in north eastern India. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.42, n.2, p. 269-276, 2001.

KINOSHITA, L.S.; TORRES, R.B.; FORNI-MARTINS, E.R.; SPINELLI, T.; AHN, Y.J.; CONSTÂNCIO, S.S. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.20, n.2, p.313-327, 2006.

KRATZ, D.; WENDLING, I. Produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* em substratos renováveis. **Revista Floresta**, Curitiba, v.43, n.1, p.125-136, 2013.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A.C.; SOUZA, P.V.D. Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.4, p.607-621, 2013.

LACERDA, A.V.; NORDI, N.; BARBOSA, F.M.; WATANABE, T. Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do Rio Taperoá, PB, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v.19, n.3, p.647-656, 2005.

LEAL, I.R.; VIVENTE, A.; TABARELLI, M. Herbivoria por caprinos na Caatinga da região de xingó: uma análise preliminar. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife, UFRPE, 2003. p.695-715.

LEANDRO, L.M.G.; AQUINO, P.E.A.; MACEDO, R.O.; RODRIGUES, F.F.G.; GUEDES, T.T.A.M.; FRUTUOSO, A.D.; COUTINHO, H.D.M.; BRAGA, J.M.A.; RIBEIRO, T.R.G.; MATIAS, E.F.F. Avaliação da atividade antibacteriana e modulatória de extratos metanólico e hexânico da casca de *Sideroxylon obtusifolium*. **Revista E-Ciência**, Juazeiro do Norte, v.1, n.1, p.1-13, 2013.

LECH-HAB, K.B.H.; ISSA, L.K.; RAISSOUNI, A.; ARRIM, A.E.; TRIBAK, A.A.; MOUSSADEK, R. Effects of vegetation cover and land use changes on soil erosion in Kalaya Watershed (North Western Morocco). **International Journal of Geosciences**, Hubei, v.6, n.2, p.1353-1366, 2015.

LEONEL, M. Bio-sociodiversidade: preservação e mercado. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.14, n.38, p.321-346, 2000.

LIMA, E.A.; MELO, J.I.M. Biological spectrum and dispersal syndromes in an area of the semiarid region of north-eastern Brazil. **Acta Scientiarum Biological Science**, Maringá, v.37, n.1, p.91-100, 2015.

LIMA, L.K.S.; MOURA, M.C.F.; SANTOS, C.C.; NASCIMENTO, K.P.C.; DUTRA, A.S. Produção de mudas de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) em resíduos orgânicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.64, n.1, p.1-11, 2017.

LISBOA, A.C.; SANTOS, P.S.; OLIVEIRA NETO, S.N.; CASTRO, D.N.; ABREU, A.H.M. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* e *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.4, p.603-609, 2012.

LOCATELLI, E.; MACHADO, I.C. Fenologia das espécies arbóreas de uma mata serrana (Brejo de Altitude) em Pernambuco, Nordeste do Brasil. In: PÔRTO, K.C.; CABRAL, J.J.; TABARELLI, M. (Orgs.). **Brejos de altitude**: história natural, ecologia e conservação. MMA/PROBIO, Brasília, 2004, p.255-276.

LOIOLA, M.I.B.; ROQUE, A.A.; OLIVEIRA, A.C.P. Caatinga: vegetação do semiárido brasileiro. **Revista Ecologi@**, Lisboa, v.4, p.14-19, 2012.

LOPES, S.F.; OLIVEIRA, A.P.; NEVES, S.B.; SCHIAVINI, I. Dispersão de sementes de urucum (*Platypodium elegans* vog.) (Fabaceae) em um cerrado, Uberlândia. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.5, p.807-813, 2010.

LOPES, S.F.; VALE, V.S. SCHIAVINI, I. Efeito de queimadas sobre a estrutura e composição da comunidade vegetal lenhosa do cerrado sentido restrito em Caldas Novas, GO. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.4, p.695-704, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2009. 384p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 384p.

LOUREIRO, M.B.; TELES, C.A.S.; VIRGENS, I.O.; ARAÚJO, B.R.N.; FERNANDEZ, L.G.; CASTRO, R.D. Aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de sementes e plântulas de



*Amburana cearensis* (Fr. All.) A.C. Smith (Leguminosae - Papilionoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.4, 679-689, 2013.

LUCENA, F.R.; FERNANDES, H.E.; MIRANDA, R.V.; SOUZA, P.A.; PEREIRA, M.A. Influência do sombreamento na germinação de sementes de *Hymenaea courbaril* L. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.13, n.23, p.681-689, 2016.

MACHADO, I.C.S.; BARROS, L.M.; SAMPAIO, E.V.S.B. Phenology of Caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, Washington, v.29, n.1, p.57-68, 1997.

MACHADO, V.M.; SANTOS, J.B.; PEREIRA, I.M.; LARA, R.O.; CABRAL, C.M.; AMARAL, C.S. Avaliação do banco de sementes de uma área em processo de recuperação em cerrado campestre. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, n.2, p.303-312, 2013.

MACIEL, M.N.M.; WATZLAWICK, L.F.; SCHOENINGER, E.R.; YAMAJI, F.M. Classificação ecológica das espécies arbóreas. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.1, n.2, p.69-78, 2003.

MADEIRA, J.A.; FERNANDES, G.W. Reproductive phenology of sympatric taxa of *Chamaecrista* (Leguminosae) in Serra do Cipó, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.15, n.4, p.463-479, 1999.

MAMEDE, M.A.; ARAÚJO, F.S. Effects of slash and burn practices on a soil seed bank of Caatinga vegetation in Northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, [S.l], v.72, n.4, p.458-470, 2008.

MANTOVANI, M.; RUSCHEL, A.R.; REIS, M.S.; PUCHALSKI, A.; NODARI, R.O. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da Floresta Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.4, p.451-458, 2003.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A.C.; NATAL, C.M. Fenologia de espécies nativas com potencial paisagístico. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v.31, n.1, p.75-84, 2010.

MATA, M.F.; ARAÚJO, E.; NASCIMENTO, L.C.; SOUZA, A.E.F.; VIANA, S. Incidência e controle alternativo de patógenos em sementes de mandacaru (*Cereus jamacaru* DC, Cactaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.7, n.4, p.327-334, 2009.

MEDEIROS, J.A. Produção de mudas de espécie nativa para plantio no semiárido com a participação da sociedade: relato de experiência com o juazeiro (*Zizyphus joazeiro*). **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, v.3, n.1, p.177-188, 2013.

MEIADO, M.V. Banco de sementes no solo da Caatinga, uma floresta tropical seca no Nordeste do Brasil. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.24, n.3, p.39-43, 2014.

MELO-BATISTA, A.A.; OLIVEIRA, C.R.M. Plantas utilizadas como medicinais em uma comunidade do semiárido baiano: saberes tradicionais e a conservação ambiental. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.18, p.74-88, 2014.

MENEZES, R.R.; ALMEIDA, R.R.; SANTANA, L.N.L.; FERREIRA, H.S.; NEVES, G.A.; FERREIRA, H.C. Utilização do resíduo do beneficiamento do caulim na produção de blocos e telhas cerâmicos. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v.12, n.1, p.225-235, 2007.

MENZEL, A.; SPARKS, T.; ESTRELLA, N.; KOCH, E.; AASA, A.; AHAS, R.; ALM-KÜBLER, K.; BISSOLLI, P.; BRASLAVSKÁ, O.; BRIEDE, A.; CHMIELEWSKI, F.M.; CREPINSEK, Z.; CURNEL, Y.; DAHL, Å.; DEFILA, C.; DONNELLY, A.; FILELLA, Y.; JATCZAK, K.; MÅGE, F.; MESTRE, A.; NORDLI, Ø.; PEÑUELAS, J.; PIRINEN, P.; REMIŠOVÁ, V.; SCHEIFINGER, H.; STRIZ, M.; SUSNIK, A.; VAN VLIET, A. J. H.; FRANS-EMIL W.; ZACH, S.; ZUST, A. European phenological response to climate change matches the warming pattern **Global Change Biology**, Hoboken, v.12, n.10, p.1969-1976, 2006.

MERTENS, J.; GERMER, J.; SIQUEIRA FILHO, J.A.; SAUERBORN, J. *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), a threatened tree of the Brazilian Caatinga? **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.77, n.3, p.542-552, 2016.

MESQUITA, M.L.R.; ANDRADE, L.A.; PEREIRA, W.E. Banco de sementes do solo em áreas de cultivo de subsistência na floresta ombrófila aberta com babaçu (*Orbygnia phalerata* Mart.) no Maranhão. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.4, p.677-688, 2014.

MIRANDA, J.F.; BATISTA, I.M.P.; TUCCI, C.A.F.; ALMEIDA, N.O.; GUIMARÃES, M.A. Substrato para produção de mudas de macacaúba (*Platymiscium ulei* Harms) no município de Autazes, AM. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.4, p.555-562, 2013.

MONQUERO, P.A.; SILVA, A.C. Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. **Pesquisa e Tecnologia**, São Bernardo do Campo, v.2, n.2, p.1-8, 2005.

MONTEIRO, J.M.; LINS NETO, E.M.F.; AMORIM, E.L.C.; STRATTMANN, R.R.; ARAÚJO, E.L.; ALBUQUERQUE, U.P. Teor de taninos em três espécies medicinais arbóreas simpátricas da Caatinga. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.999-1005, 2005.

MOREIRA, J.N.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; FERREIRA, M.A.; ARAÚJO, G.G.L.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, G.C. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.11, p.1643-1651, 2006.

MOURA, F.M.L.; BAPTISTA, R.I.A.A.; SANTOS, V.V.M.; MOURA, A.P.B.L.; COSTA, M.M. Utilização de plantas do bioma Caatinga no controle de patógenos de interesse na área de alimentos - uma revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v.7, n.2, p.125-136, 2013.

NADIA, T.L.; MACHADO, I.C.; LOPES, A.V. Fenologia reprodutiva e sistema de polinização de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae): atuação de *Apis mellifera* e de visitantes florais autóctones como polinizadores. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.21, n.4, p.835-845, 2007.

NASCIMENTO, M.R.; DINIZ, A.M.P.; ARAÚJO, M.H.P.O. Reaproveitamento do rejeito de caulim, de Junco do Seridó-PB, na síntese de zeólitas. **Revista Principia**, João Pessoa, v.1, n.23 p.77-86, 2013.

NEGRINI, M.; AGUIAR, M.D.; VIEIRA, C.T.; SILVA, A.C.; HIGUCHI, P. Dispersão, distribuição espacial e estratificação vertical da comunidade arbórea em um fragmento florestal no planalto catarinense. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.5, p.919-929, 2012.

NEVES, E.L.; FUNCH, L.S.; VIANA, B.F. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.33, n.1, p.155-166, 2010.

NICOLOSO, F.T.; FORTUNATO, R.P.; ZANCHETTI, F.; CASSOL, L.F.; EISINGER, S.M. Recipientes e substratos na produção de mudas de *Maytenus ilicifolia* e *Apuleia leiocarpa*. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.987-992, 2000.

OLIVEIRA, L.S.B.; ANDRADE, L.A.; ALVES, A.S.; GONÇALVES, G.S. Substrato e volume de recipiente na produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Nativa**, Sinop, v.2, n.2, p.103-107, 2014.

OLIVEIRA, M.D.M.; NASCIMENTO, L.C.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P.; GUEDES, R.S.; SILVA NETO, J.J. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* A.C. Smith submetidas à termoterapia e tratamento químico. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.33, n.1, p.45-50, 2011.

OOI, M.K.J. Seed bank dynamics and climate change in semi-arid ecosystems: a focus on physically dormant species. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.8, n. especial, p.651-659, 2015.

PAGLIARINI, M.K.; CASTILHO, R.M.M.; ALVES, M.C. Caracterização físico-química de misturas de componentes de substrato com resíduo de celulose para fins de produção de mudas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v.7, n.2, p.160-169, 2012.

PAO, N.T.; UPADHAYA, K.; MIR, A.H. Phenological behaviour of tree species in subtropical broad leaved humid forests of jaintia hills in meghalaya, Northeast India. **International Research Journal of Biological Sciences**, Indore, v.5, n.7, p.10-15, 2016.

PARENTE, H.N.; ANDRADE, A.P.; SILVA, D.S.; SANTOS, E.M.; ARAUJO, K.D.; PARENTE, M.O.M. Influência do pastejo e da precipitação sobre a fenologia de quatro espécies em área de Caatinga. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.3, p.411-421, 2012.

PARMESAN, C. Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phonological response to global warming. **Global Change Biology**, Hoboken, v.13, n.9, p.1860-1872, 2007.

PAULINO, R.C.; HENRIQUES, G.P.S.A.; COELHO, M.F.B.; MAIA, S.S.S.; AZEVEDO, R.A.B. Contribuição ao conhecimento e conservação da laranjinha. **Interações**, Campo Grande, v.12, n.2, p.215-223, 2011.

PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SANTOS, F.A.M. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. - Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.2, p.183-194, 2002.

PEDROSA, K.M.; LIMA, E.Q.; LUCENA, C.M.; CARVALHO, T.K.N.; RIBEIRO, J.E.S.; MARÍN, E.A.; OLIVEIRA, R.S.; ALVES, R.E.; SILVA, S.M.; CRUZ, D.D.; LUCENA, R.F. P. Local botanical knowledge about *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. in Rural Communities in the semi-arid region of Brazil. **Ethnobotany Research and Applications**, Fort Worth, v.14, n.1, p.463-477, 2015.

PENNINGTON, T.D. **Sapotaceae**. Flora Neotropica. Monograph 52. The New Botanical Garden, New York, 1990. 770p.

PENNINGTON, T.D. **The genera of Sapotaceae**. The New Botanical Garden, New York, 1991. 295p.

PEREIRA JÚNIOR, L.R.; ANDRADE, A.P.; ARAÚJO, K.D.; BARBOSA, A.S.; BARBOSA, F.M. Espécies da Caatinga como alternativa para o desenvolvimento de novos fitofármacos. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.21, n.4, p.509-520, 2014.

PEREIRA, J.V.; FREIRES, I.A.; CASTILHO, A.R.; CUNHA, M.G.; ALVES, H.S.; ROSALEN, P.L. Antifungal potential of *Sideroxylon obtusifolium* and *Syzygium cumini* and their mode of action against *Candida albicans*. **Pharmaceutical Biology**, London, v.54, n.10, p.2312-2319, 2016.

PEREIRA, M.R.N.; TONINI, H. Fenologia da andiroba (*Carapa guianensis* Aubl., Meliaceae) no sul do Estado de Roraima. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.22, n.1, p.47-58, 2012.

PEREIRA, R.M.A.; ARAÚJO FILHO, J.A.; LIMA, R.V.; PAULINO, F.D.G.; LIMA, A.O.N.; ARAÚJO, Z.B. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da Caatinga. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.20, n.1/2, p.11-20, 1989.

PEREIRA, T.S.; COSTA, M.L.M.N.; MORAES, L.F.D.; LUCHIARI, C. Fenologia de espécies arbóreas em Floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v.63, n.2, p.329-339, 2008.

PINTO, M.S.C.; CAVALCANTE, M.A.B.; ANDRADE, M.V.M. Potencial forrageiro da Caatinga, fenologia, métodos de avaliação da área foliar e o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento de plantas. **Revista Electrónica de Veterinária**, Málaga, v.7, n.4, p.1-11, 2006.

PRADO, D.E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife, UFRPE, 2003. p.3-74.

PRUDÊNCIO, M.A.; CÂNDIDO, D.K. Degradação da vegetação nativa do município de Assú/RN: indicadores e ações mitigadoras. **Sociedade e Território**, Natal, v.21, n.1-2 (Edição Especial), p.144-156, 2009.

PUGNAIRE, F.I.; LAZARO, R. Seed bank and understorey species composition in a semiarid environment: the effect of shrub age and rainfall. **Annals of Botany**, Oxford, v.86, n.4, p.807-813, 2000.

QUEIROZ, S.E.E.; FIRMINO, T.O. Efeito do sombreamento na germinação e desenvolvimento de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Revista Biociências**, Taubaté, v.20, n.1, p.72-77, 2014.

QUEIROZ, S.E.E.; MENDES, G.E.A.G.; PEREIRA JÚNIOR, A.M.; GUIMARÃES, P.H.S. Efeito do sombreamento na germinação e desenvolvimento de mudas de canzileiro (*Platypodium elegans* Vog). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.11 n.22; p.1076-1083, 2015.

REBOUÇAS, A.C.M.N.; MATOS, V.P.; FERREIRA, R.L.C.; SENA, L.H.M.; SALES, A.G.F.A.; FERREIRA, E.G.B.S. Métodos para superação da dormência de sementes de quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.). **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.22, n.1, p.183-192, 2012.

REICH, P.B.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, London, v.72, n.1, p.61-74, 1984.

RIBEIRO, T.O.; BAKKE, I.A.; SOUTO, P.C.; BAKKE, O.A.; LUCENA, D.S. Diversidade do banco de sementes em diferentes áreas de caatinga manejadas no semiárido da Paraíba, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.27, n.1, p.203-213, 2017.

RICHTER, R.; STROMBERG, T.C. Soil seed banks of two montane riparian areas: implications for restoration. **Biodiversity and Conservation**, [S.l.], v.14, n.1, p.993-1016, 2005.

ROCHA, J.H.T.; PIETRO, M.R.; BORELLI, K.; BACKES, C.; NEVES, M.B. Produção e desenvolvimento de mudas de eucalipto em função de doses de fósforo. **Cerne**, Lavras, v.19, n.4, p.535-543, 2013.

ROCHA, T.G.F.; SILVA, R.A.R.; DANTAS, E.X.; VIEIRA, F.A. Fenologia da *Copernicia prunifera* (Arecaceae) em uma área de Caatinga do Rio Grande do Norte. **Revista Cerne**, Lavras, v.21 n.4, p.673-682, 2015.

RODRIGUES, V.A.; COSTA, P.N. Análise de diferentes substratos no crescimento de mudas de seringueira. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Botucatu, ano VIII, n.14, p.8-17, 2009.

ROQUE, A.A.; ROCHA, R.M.; LOIOLA, M.I.B. Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Laginhas, município de Caicó, Rio Grande do Norte (Nordeste do Brasil). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.12, n.1, p.31-42, 2010.

SANTOS, A.C.; SALCEDO, I.H. Relevô e fertilidade do solo em diferentes estratos da cobertura vegetal na bacia hidrográfica da represa Vaca Brava, Areia, PB. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.2, p.277-285, 2010.

SANTOS, D.M.; SILVA, K.A.; SANTOS, J.M.F.F.; LOPES, C.G.R.; PIMENTEL, R.M.M.; ARAÚJO, E.L. Variação espaço-temporal do banco de sementes em uma área de floresta tropical seca (Caatinga) - Pernambuco. **Revista de Geografia**, Recife, v.27, n.1, p.234-253, 2010.

SANTOS, E.A.; LIMA, S.M.S. Impactos ambientais causados pela extração de caulim no distrito Barra de Juazeirinho (PB). **Revista Scire**, Campina Grande, v.1, n.1, p.1-9, 2012.

SANTOS, J.C.; LEAL, I.R.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S.; FERNANDES, G.W.; TABARELLI, M. Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. **Tropical Conservation Science**, Menlo Park, v.4, n.3, p.276-286, 2011.

SANTOS, L.W.; COELHO, M.F.B. Sombreamento e substratos na produção de mudas de *Erythrina velutina* Willd. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.4, p.571-577, 2013.

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; DUBEUX JUNIOR, J.C.B.; GUIM, A.; MELLO, A.C.L.; CUNHA, M.V. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, (supl. especial), p.204-215, 2010.

SCIPIONI, M.C.; GALVÃO, F.; LONGHI, S.J. Composição florística e estratégias de dispersão e regeneração de grupos florísticos em florestas estacionais decíduais no Rio Grande do Sul. **Floresta**, Curitiba, v.43, n.2, p.241-254, 2013.

SILVA, A.C.; VIDAL, M.; PEREIRA, M.G. Impactos ambientais causados pela mineração e beneficiamento de caulim. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v.54, n.2, p.133-136. 2001.

SILVA, A.C.C.; PRATA, A.P.N.; SOUTO, L.S.; MELLO, A.A. Aspectos de ecologia de paisagem e ameaças à biodiversidade em uma unidade de conservação na Caatinga, em Sergipe. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.3, p.479-490, 2013.

SILVA, A.C.O.; ALBUQUERQUE, U.P. Woody medicinal plants of the Caatinga in the state of Pernambuco (Northeast Brazil). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.19, n.1, p.17-26. 2005.

SILVA, A.G.; BARROS, H.H.D.; SENNA, D.S.; CARVALHO, C.D.V. Fenologia de *Anadenanthe macrocarpa* (Benth.) Brenan em uma floresta estacional semidecidual no sul do Espírito Santo. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.15, p.938-945, 2012.

SILVA, E.A.; MARUYAMA, W.I.; MENDONÇA, V.; FRANCISCO, M.G.S.; BARDIVIESSO, D.M.; TOSTA, M.S. Composição de substratos e tamanho de recipientes na produção e qualidade das mudas de maracujazeiro amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.3, p.588-595, 2010.

SILVA, E.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; AZEVEDO NETO, A.D.; BRITO, J.Z.; CABRAL, E.L. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de Caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v.59, n.2, p.201-205, 2004.

SILVA, K.B.; ALVES, E.U.; BRUNO, R.L.A.; MATOS, V.P. Caracterização morfológica de frutos, sementes e germinação de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. e Schult.) Penn. (Sapotaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.1, p.59-64, 2012.

SILVA, K.B.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.N.P.; SOUSA, N.A.; AGUIAR, V.A. Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de quixaba. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.35, n.1, p.13-22, 2014.

SILVA, K.B.; BRUNO, R.L.A.; MELO, P.A.F.R. Qualidade fisiológica de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) Penn. classificadas pelo tamanho. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.13, n.1, p.1-4, 2015.

SILVA, R.B.; MATOS, V.P.; FARIAS, S.G.G.; SENA, L.H.M.; SILVA, D.Y.B.O. Germinação e vigor de plântulas de *Parkia platycephala* Benth. em diferentes substratos e temperaturas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.48, n.1, p.142-150, 2017.



SILVA, R.C.; VIEIRA, E.S.N.; PANOBIANCO, M. Técnicas para superação da dormência de sementes de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.49, n.9, p.719-727, 2014.

SILVA, S.S.; IZABEL, T.S.S.; GUSMÃO, L.F.P. Fungos conidiais associados a substratos vegetais submersos em algumas áreas do bioma Caatinga. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.65, n.2, p.527-538, 2014.

SIMÕES, J.W. Problemática de produção de mudas em essências florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.4, n.13, p.1-6, 1987.

SIMPSON, R.L.; LECK, M.A.; PARKER, T. Seed Banks: general concepts and methodological issues. In: LECK, M.A.; PARKER, V.T.; SIMPSON, R.L. (Eds). **Ecology of soil seed banks**. Academic Press, New York, 1989. p.3-8.

SOUSA, F.Q.; ANDRADE, L.A.; SILVA, P.C.C.; SOUZA, B.C.Q.; XAVIER, K.R.F. Banco de sementes do solo de caatinga invadida por *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.12, n.2, p.220-226, 2017.

SOUZA, D.N.N.; CAMACHO, R.G.V.; MELO, J.I.M.; ROCHA, L.N.G.; SILVA, N.F. Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de Caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v.27, n.2, p.31-42, 2014.

SOUZA, M.L.; NOGUEIRA, A.C.; MACEDO, R.L.G.; SANQUETTA, C.R.; VENTURIN, N. Estudos de um banco de sementes no solo de um fragmento florestal com *Araucaria angustifolia* no estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v.41, n.2, p.335-346, 2011.

SOUZA, S.C.P.M.; RODRIGUES, R.R.; JOLY, C.A. O banco de sementes e suas implicações na diversidade da floresta ombrófila densa submontana no parque estadual Carlos Botelho, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v.44, n.3, p.378-393, 2017.

THOMPSON, K.; GRIME, J.P. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. **Journal of Ecology**, Oxford, v.67, n.3, p.893-921, 2000.

TONINI, H. Fenologia da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., Lecythidaceae) no sul do Estado de Roraima. **Cerne**, Lavras, v.17, n.1, p.123-131, 2011.

TOOKE, F., BATTEY, N.H. Temperate flowering phenology. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.61, n.11, p.2853-2862, 2010.

TRES, D.R.; SANT'ANNA, C.S.; BASSO, S.; LANGA, R.; RIBAS JÚNIOR, U.; REIS, A. Banco e chuva de sementes como indicadores para a restauração ecológica de matas ciliares. **Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre**, v.5, supl.1, p.309-311, 2007.

TROVÃO, D.M.B.M.; FERNANDES, P.D.; ANDRADE, L.A.; DANTAS NETO, J.R. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.3, p.307-311, 2007.

VELLOSO, A.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; PAREYN, F.G.C. **Ecorregiões**: propostas para o bioma Caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste, Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, Recife. 2002. 76p.

VENZKE, T.S.; MARTINS, S.V.; NERI, A.V.; KUNZ, S.H. Síndromes de dispersão de sementes em estágios sucessionais de mata ciliar, no extremo sul da mata atlântica, arroio do padre, RS, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.3, p.403-413, 2014.

VIANA, J.S.; GONÇALVES, E.P.; ANDRADE, L.A.; OLIVEIRA, L.S.B.; SILVA, E.O. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link. em diferentes tamanhos de recipientes. **Floresta**, Curitiba, v.38, n.4, p.663-671, 2008.

VIEIRA, C.R.; WEBER, O.L.S. Influência do substrato na produção de mudas de espécies medicinais. **Nativa**, Sinop, v.3, n.2, p.135-142, 2015.

VISSER, M.E.; BOTH, C. Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. **Proceedings of the Royal Society B**, London, v.272, n.1581, p.2561-2569, 2005.

WILLIAMS, R.J.; MYERS, B.A.; EAMUS, D.; DUFF, G.A. Reproductive phenology of woody species in a North Australian Tropical savanna. **Biotropica**, Washington, v.31, n.4, p.626- 636, 1999.

YARED, J.A.G.; SOUZA, A.L. **Análise dos impactos ambientais no manejo de florestas tropicais**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1993. 40p.

***CAPÍTULO II***

**FENOLOGIA DE *Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult.) T.D.Penn.  
EM ÁREA DE CAATINGA, BOA VISTA - PB**

**FENOLOGIA DE *Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult.) T.D.Penn. em área de Caatinga, Boa Vista - PB**

**RESUMO**

*Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult.) T.D.Penn, da família Sapotaceae é uma das mais importantes espécies de ocorrência na Caatinga, sendo utilizada na medicina popular, construção civil, alimento, forragem, entre outros. O conhecimento do ciclo reprodutivo da referida espécie por meio do estudo fenológico é importante porque possibilita a elaboração de estratégias para sua conservação e uso sustentável. O objetivo nessa pesquisa foi avaliar as diferentes fenofases de *S. obtusifolium* e a sua relação com as condições ambientais locais. O experimento foi realizado na fazenda Santa Rosa do Espólio, localizada no município de Boa Vista, Estado da Paraíba. Para o acompanhamento dos eventos fenológicos foram selecionados 26 indivíduos da espécie, avaliados a cada quinze dias durante 30 meses. A quantificação dos eventos fenológicos foi a partir do percentual de intensidade de Fournier e o índice de atividade, registrando-se a presença e ausência das fenofases brotamento, botão floral, floração, frutificação e senescência, as quais foram correlacionadas com as variáveis ambientais de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluvial. Pela correlação de Spearman não houve efeito significativo entre os caracteres fenológicos avaliados e as variáveis ambientais de temperatura e umidade relativa do ar, com forte oscilação na intensidade e no índice de atividade nos 30 meses de avaliações. A análise de correlação indicou efeito significativo entre a intensidade de brotamento com a precipitação pluviométrica. A senescência foi registrada em todos os indivíduos de *S. obtusifolium* durante todo o período de avaliação, com a máxima intensidade (88%) registrada nos meses de janeiro e fevereiro de 2017. De setembro de 2015 a janeiro de 2016 e de setembro de 2016 a janeiro de 2017 o aumento da intensidade de senescência coincidindo com o período seco. Para as fases de botão floral, floração (flor em antese) e frutificação constatou-se um padrão de ocorrência mais uniforme de agosto de 2014 até agosto de 2016, entretanto com intensidades e índices de atividades decrescentes. Os eventos fenológicos da *S. obtusifolium* apresentaram irregularidade, o que pode ter sido influenciado pelo baixo índice pluviométrico registrado na área de estudo, durante o período de avaliação.

**Palavras-chave:** Caatinga, espécie florestal, floração, frutificação, dados meteorológicos.

**PHENOLOGY OF *Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult.) T.D.Penn. in a Caatinga area, Boa Vista - PB.**

**ABSTRACT**

*Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult.) T.D.Penn, belongs to the Sapotaceae family and is one of the most important species of the Caatinga, used in folk medicine, civil construction, food, forage, among others. The knowledge of the reproductive cycle of this species through the phenological study is important because it allows the elaboration of strategies for its conservation and sustainable use. The objective of this study was to evaluate the different phenological stages of *S. obtusifolium* and their relationship with the local environmental conditions. The experiment was carried out at the Santa Rosa do Espólio farm, located in the municipality of Boa Vista, State of Paraíba. For the monitoring of the phenological events, 26 individuals of the species were selected, evaluated every fifteen days for 30 months. The quantification of the phenological events was based on the percentage of Fournier intensity and the activity index, registering the presence and absence of the stages of budding, floral bud, flowering, fruitification and senescence, which were correlated with the environmental variables of temperature, relative humidity and precipitation. Spearman correlation did not present a significant effect between the phenological characters evaluated and the environmental variables of temperature and relative humidity, with a strong oscillation in intensity and activity index in the 30 months of evaluations. The correlation analysis indicated a significant effect between budding intensity and rainfall. Senescence was recorded in all individuals of *S. obtusifolium* during the entire evaluation period, with the highest intensity (88%) recorded in January and February of 2017. From September of 2015 to January of 2016 and from September of 2016 to January of 2017 the increase in senescence intensity coincided with the drought period. For the flower bud, flowering (anthesis) and fruitification stages, a more uniform occurrence pattern was observed from August of 2014 until August of 2016, however with decreasing intensities and activity indexes. The phenological events of *S. obtusifolium* presented irregularities, which may have been influenced by the low rainfall recorded in the study area during the evaluation period.

**Keywords:** Caatinga, forest species, flowering, fruitification, meteorological data.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como um dos países mais ricos em biodiversidade e recursos hídricos do mundo, com potencial de ser referência em conservação ambiental e desenvolvimento sustentável, uma vez que possui grande parte de sua biodiversidade ainda preservada (AKASHI JUNIOR e CASTRO, 2010). Entretanto, o aumento das demandas por alimentos e matéria-prima oriundas das florestas, por espaço para a expansão de áreas urbanas, infraestrutura industrial e atividades agropecuárias (SHIMIZU et al., 2007) tem ocasionado grande pressão sobre o meio ambiente, resultando em perdas significativas de formações florestais do Brasil, a exemplo da Caatinga.

A Caatinga, distribuída em vários Estados do Nordeste do Brasil como Bahia, Ceará, Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe e Alagoas, bem como parte de Minas Gerais (SILVA e ALBUQUERQUE, 2005), caracteriza-se pelas elevadas temperaturas e baixa pluviosidade (AZERÊDO; PAULA; VALERI, 2016), sendo considerada uma floresta seca tropical, rica em biodiversidade e espécies endêmicas de vegetais adaptados à escassez de água (CAVALCANTE, 2009).

Os solos da Caatinga, com raras exceções, são de baixa capacidade de retenção de água, pouco desenvolvidos, pedregosos e mineralmente ricos (ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2009). Apesar de sua importância ecológica, a Caatinga tem sofrido perdas ambientais ao longo do tempo em consequência das atividades agrícolas, extração desordenada de madeira e à pecuária extensiva, as quais provocaram a sua fragmentação e o desaparecimento de espécies vegetais de importância ambiental, econômica e social (JAPIASSÚ et al., 2016).

A quixabeira [*Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult.) T.D.Penn.], pertencente à família Sapotaceae, é uma das espécies de ocorrência na Caatinga, cujas populações naturais vêm diminuindo ao longo do tempo. A altura das plantas pode variar de 7 a 18 metros (KIILL e LIMA, 2011), possui frutos do tipo drupa ricos em antocianinas (SCIPIONI; GALVÃO; LONGHI, 2013), podendo ser utilizados na alimentação humana, prevenção de doenças ou aplicados na indústria de alimentos como fonte de pigmentos naturais (FIGUEIREDO e LIMA, 2015). A extração da casca e a carência de medidas voltadas para o cultivo e o reestabelecimento de áreas com a espécie são as principais ameaças para a sua manutenção e conservação (BELTRÃO et al., 2008).

As pesquisas relacionadas às espécies florestais, tanto do ponto de vista ecológico como econômico, são de grande importância porque possibilitam a elaboração de projetos

para as atividades de reflorestamento e plantios comerciais (ROCHA et al., 2014). Diante disso, são necessárias medidas que minimizem os impactos sobre os ambientes alterados (GOMES, 2007; MEDEIROS, 2013), sendo indispensáveis os estudos fenológicos de suas espécies.

A fenologia consiste no estudo científico do tempo sazonal dos eventos da vida de um vegetal e a sua relação com os fatores climáticos (YADAV e YADAV, 2008). As respostas desse estudo permite conhecer o funcionamento dos ecossistemas, conservar outras espécies relacionadas com as plantas observadas, saber o período adequado para coleta de sementes de plantas e compreender a relação existente entre os padrões fenológicos observados com os fatores abióticos (SULISTYAWATI et al., 2012). Isto porque o tempo e a duração dos eventos fenológicos interferem na estrutura das comunidades vegetais, regeneração, quantidade e qualidade de recursos disponíveis para os organismos consumidores (WILLIAMS et al., 1999).

O entendimento dos mecanismos e fatores que influenciam nos eventos fenológicos, assim como suas relações com agentes polinizadores e dispersores possibilitam compreender os processos de reprodução e regeneração das plantas e podem ajudar na obtenção de informações para a preservação da biodiversidade (JUSTINIANO e FREDERICKSEN, 2000; ALBUQUERQUE et al., 2012), e ou subsidiam medidas de recuperação das áreas degradadas (PEREIRA et al., 2008). Além disso, permite a preservação de recursos genéticos, gestão florestal, melhor compreensão de adaptações ecológicas e interação entre plantas e animais em uma comunidade (KIKIM e YADAVA, 2001).

Os ciclos fenológicos das plantas tropicais são complexos e de padrões irregulares, cujo reconhecimento é difícil, principalmente em estudos de curto prazo (BENCKE e MORELLATO, 2002a). Os fatores ambientais como precipitação, estresse hídrico, fotoperíodo e temperatura podem influenciar na fenologia, especialmente em ambientes tropicais, onde nota-se alguma sazonalidade ao longo do ano (GUILHERME et al., 2011). Os padrões fenológicos observados em uma determinada população representam ajustes dos ciclos vegetativos e reprodutivos da planta aos períodos favoráveis e desfavoráveis. Sendo assim, a abordagem correlativa entre o clima e a fenologia permite inferir sobre a influência das variáveis climáticas na duração e intensidade das diferentes fenofases (SILVA et al., 2012), auxiliando na compreensão da dinâmica das comunidades (SPINA; FERREIRA; LEITÃO-FILHO, 2001).

Diante do exposto, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar as diferentes fenofases de *S. obtusifolium* e sua correlação com as condições ambientais locais.

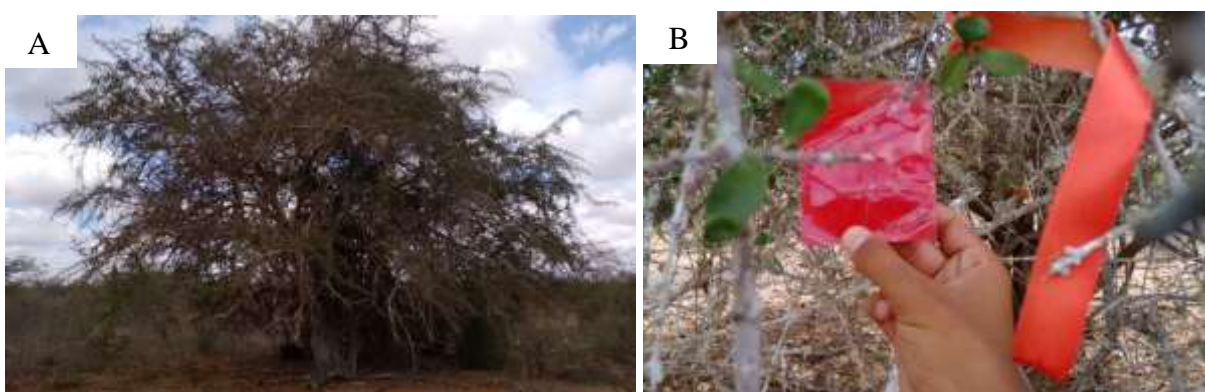
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Descrição da área de estudo

O experimento foi realizado na fazenda Santa Rosa do Espólio, sob as coordenadas 7°13'50'' S, 36°13'57,7'' W, localizada no município de Boa Vista-PB, microrregião de Campina Grande, caracterizada como uma das regiões do Nordeste onde a semiaridez é mais severa e possui como habitat mais expressivo a Caatinga aberta (SOUSA et al., 2008). O clima dessa região em estudo, segundo a classificação de Köppen (1948) é do tipo Bsh, ou seja, semiárido quente e seco, com distribuição irregular das chuvas em curtos períodos, sendo a estação seca prolongada, podendo atingir 11 meses. A temperatura média anual é em torno de 24,5 °C e a média pluvial de 400 mm/ano.

### 2.2. Seleção das plantas

Para o estudo fenológico foram acompanhados 26 indivíduos de *S. obtusifolium*, os quais foram selecionados ao acaso (GOMES; PINHEIRO; LIMA, 2008; ROCHA et al., 2015), com uma distância mínima de 30 metros, marcadas com fita TNT e plaquetas de plástico devidamente enumeradas e identificadas (Figura 1).



**Figura 1.** Indivíduo de *Sideroxylon obtusifolium* (A) e marcação da planta com fitas de TNT e plaquetas de plástico (B), na Fazenda Santa Rosa do Espólio, município de Boa Vista - PB.

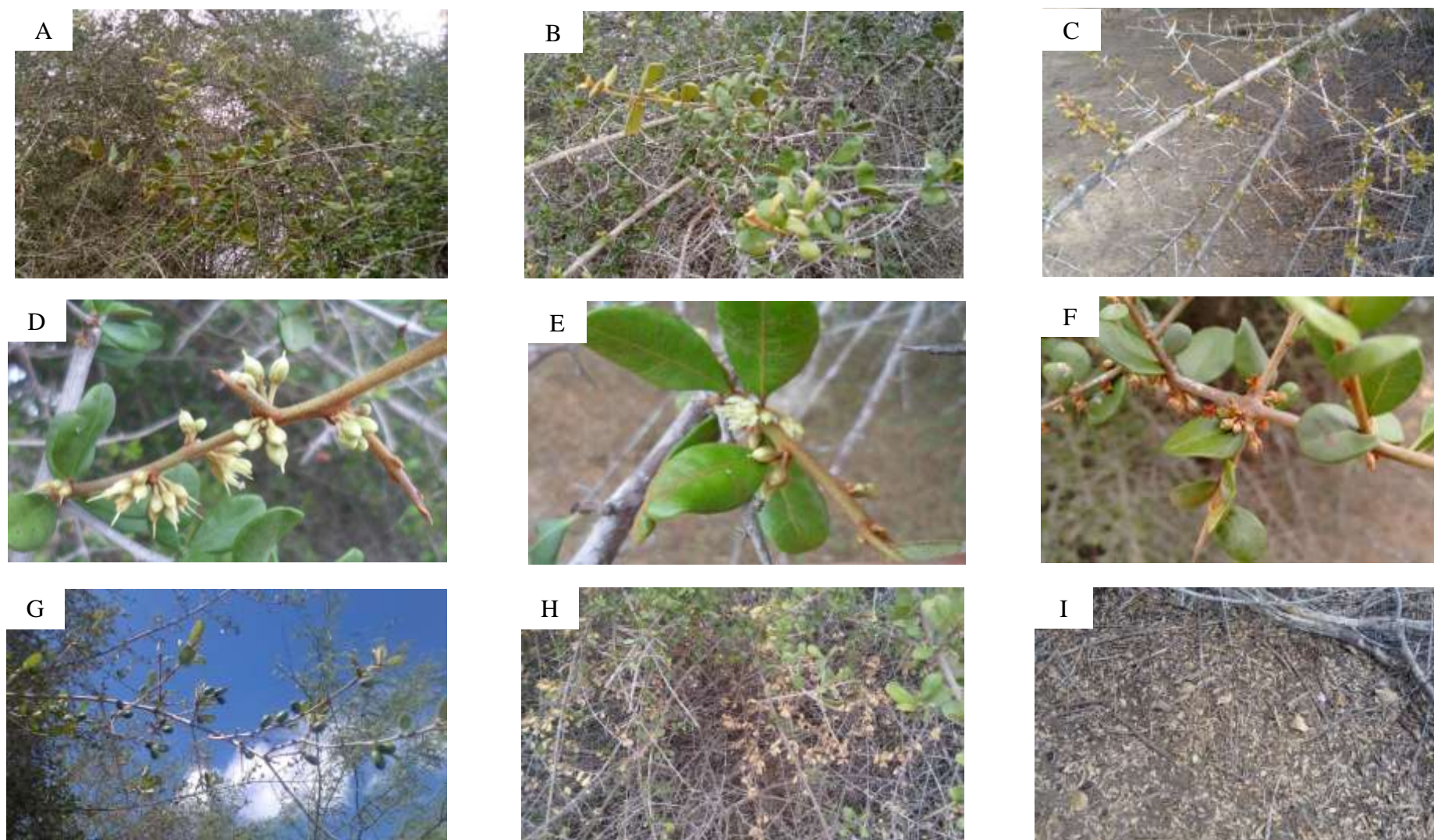
### 2.3. Caracteres fenológicos

As observações fenológicas de *S. obtusifolium* foram realizadas a cada 15 dias, com auxílio de binóculo, entre a primeira quinzena de agosto de 2014 até a primeira quinzena de



fevereiro de 2017, totalizando 30 meses de avaliações. Durante as observações foram registrados o início e o término de cada evento, bem como os eventos ao longo das fenofases, sendo a descrição realizada por meio da interpretação da intensidade de Fournier e pelo índice de atividade (BENCKE e MORELLATO, 2002ab).

Em cada visita foram avaliadas as seguintes fenofases: **brotamento** - caracterizado pela emissão de ramos novos, geralmente com coloração marrom claro e folhas novas, com coloração verde clara; **botão floral** - período compreendido entre o aparecimento das estruturas florais até o momento que antecedeu a antese; **floração** - compreendeu o período em que a planta estava com as flores em antese; **frutificação** - registrada com o aparecimento dos frutos após a fertilização das flores, sendo considerados quando verdes e maduros; **senescência** - período que compreendeu a queda foliar determinada com base em galhos desfolhados e folhas caídas sobre o solo, embaixo da copa das árvores (AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2009), bem como pela mudança na coloração das folhas de um verde escuro para um tom amarelado ou acinzentado. A identificação das fenofases foi feita conforme Figura 2.



**Figura 2.** Fenofases de *Sideroxylon obtusifolium*: brotamento (A, B e C), botão floral (D), floração (E), frutificação (F e G) e senescência (H e I), no período de 2014 a 2017, na Fazenda Santa Rosa do Espólio, município de Boa Vista - PB.

## 2.4. Avaliação das características fenológicas

a) **Percentual de intensidade de Fournier** - seguidas as indicações propostas por Fournier (1974), foi estimada a intensidade de cada fenofase a partir de uma escala intervalar semi-quantitativa de cinco categorias (0 a 4), de acordo com a descrição a seguir: zero = ausência da fenofase, 1 = presença da fenofase com ocorrência atingindo entre 1 a 25% de cada planta, 2 = presença da fenofase com magnitude atingindo entre 26% a 50%, 3 = presença da fenofase com magnitude entre 51% a 75% e 4 = presença da fenofase com magnitude atingindo entre 76% a 100%.

b) **Índice de atividade (ou porcentagem de indivíduos)** - método quantitativo que consistiu no registro percentual de indivíduos da população com a presença ou ausência de determinado evento fenológico.

## 2.5. Dados climáticos e correlação com as características fenológicas

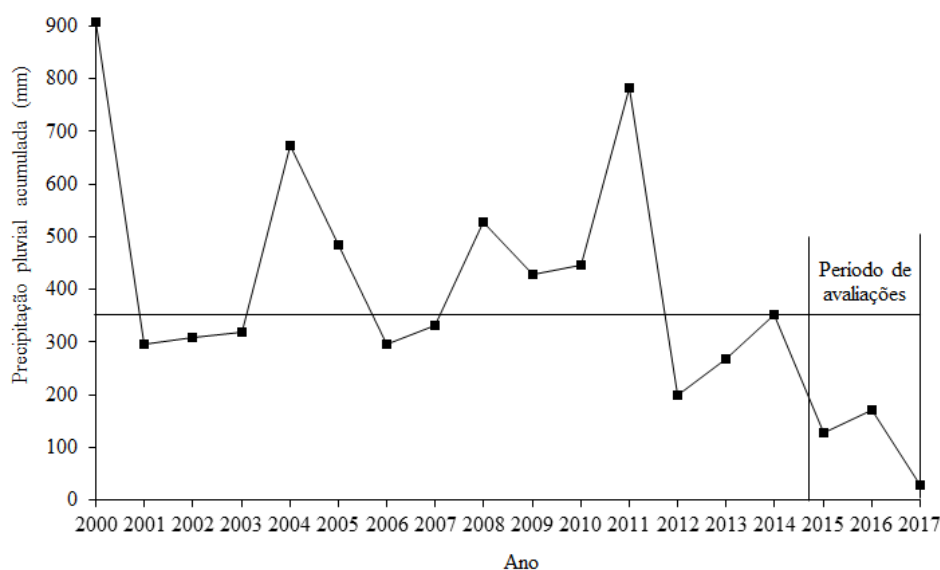
Durante a realização da pesquisa foram obtidos os dados climáticos referentes à temperatura, umidade relativa do ar (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET, 2017) e precipitação pluvial do município de Boa Vista-PB (AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA - AESA, 2017). O teste de Shapiro-Wilk (SANTANA e MACHADO, 2010) foi utilizado para verificar a normalidade da distribuição dos dados fenológicos, no entanto, devido a ausência de distribuição normal, foram correlacionados entre si, assim como com a precipitação pluviométrica no período de agosto de 2014 a fevereiro de 2017 com as características fenológicas pela correlação de Spearman ( $r_s$ ) (SAS, 2011). Para observar a variação da precipitação pluviométrica ao longo do tempo no município, foram obtidos dados do acumulado anual do mês de janeiro do ano 2000 até fevereiro de 2017.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Dados climáticos

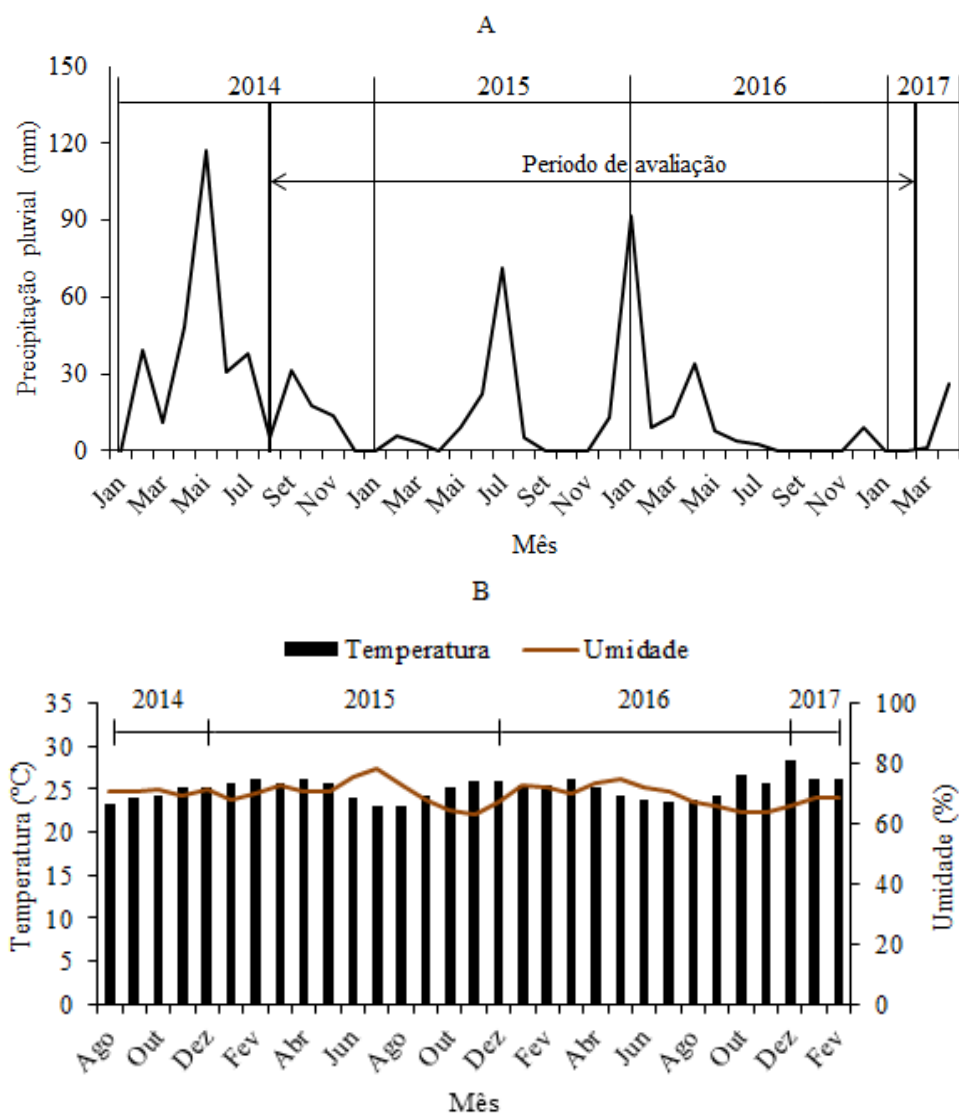
Pelos dados do acumulado da precipitação pluviométrica média anual no município de Boa Vista-PB, do mês de janeiro do ano de 2000 até abril de 2017 (AGÊNCIA EXECUTIVA

DE GESTÃO DAS ÁGUAS - AESA, 2017) verificou-se que os picos de precipitação acumulados ocorreram em 2000 (906,7 mm), 2004 (673,1 mm), 2008 (527,1 mm) e 2011 (781,9 mm) (Figura 3). A variação pluviométrica observada durante o período exposto reforça a irregularidade de chuvas na área semiárida da Caatinga. No período compreendido no estudo fenológico de *S. obtusifolium*, outubro de 2014 até fevereiro de 2017, a ocorrência de chuvas foi reduzida em comparação aos anos anteriores.



**Figura 3.** Precipitação pluviométrica anual de 2000 ( $\text{mm ano}^{-1}$ ) até o mês de fevereiro de 2017, no município de Boa Vista - PB (Fonte: AESA, 2017).

Nos anos de 2014 e 2015 a intensificação das chuvas foi de maio a julho (estação chuvosa), enquanto em 2016 o pico de precipitação ocorreu no mês de janeiro, sendo escassa até fevereiro de 2017. No primeiro ano de avaliação (agosto de 2014 a julho de 2015) foi registrado um acumulado de precipitação pluviométrica de 185 mm e, no segundo (agosto de 2015 a agosto de 2016), de 180 mm (Figura 4A). Na Figura 4B constam a temperatura média e a umidade relativa do ar durante o período de observação fenológica. As temperaturas mais amenas foram registradas nos meses de maio a agosto dos anos 2015 e 2016, período no qual também ocorreram os maiores valores para a umidade relativa do ar.



**Figura 4.** Precipitação pluvial acumulada ( $\text{mm mês}^{-1}$ ) de janeiro de 2014 a fevereiro de 2017 (A), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa do ar (%) de agosto de 2014 a fevereiro de 2017 (B), no município de Boa Vista - PB (Fonte: AESA, 2017; INMET, 2017).

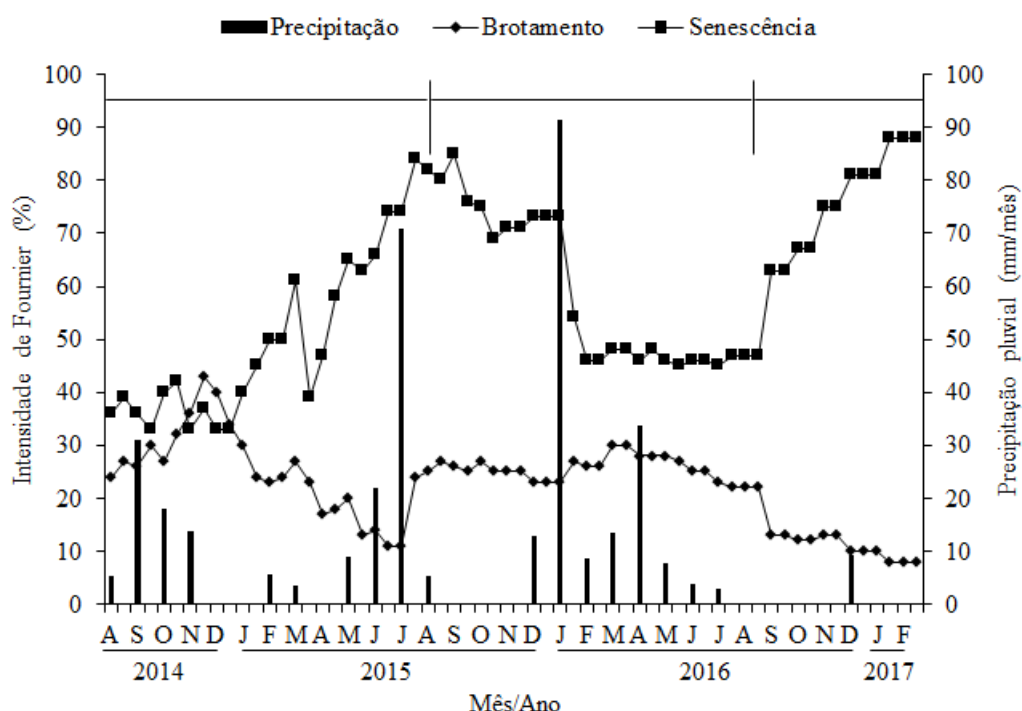
### 3.2. Percentual de intensidade de Fournier

#### 3.2.1. Brotamento e senescência

A partir do percentual de intensidade de Fournier observou-se que durante todo o período de avaliação (agosto de 2014 a fevereiro de 2017) foi registrado o brotamento em indivíduos de *S. obtusifolium*, sendo que no primeiro ano de avaliação (agosto de 2014 a julho de 2015) o pico de brotamento ocorreu no mês de novembro de 2014 (43%). De dezembro de 2014 a julho de 2015 houve uma diminuição no surgimento de ramos e folhas nas plantas da

espécie, seguida por um pequeno aumento e estabilização de intensidade dessa fenofase de julho de 2015 até agosto de 2016, com posterior queda no surgimento de brotações (Figura 5).

A análise de correlação indicou efeito significativo entre a intensidade de brotamento com a precipitação pluviométrica, ( $r_s = 0,43$ ;  $p = 0,0165$ ) (Tabela 1), no entanto, o mesmo não ocorreu entre a referida fenofase com as demais variáveis ambientais consideradas. Esse dado indica que a precipitação influencia no brotamento, uma vez que durante as observações foi constatado que, após a ocorrência de chuvas, houve um incremento no número de ramos e folhas.



**Figura 5.** Intensidade de Fournier de *Sideroxylon obtusifolium* nas fenofases de brotamento e senescência registrada quinzenalmente e acumulado de precipitação pluviométrica mensal no período de agosto de 2014 a fevereiro de 2017, no município de Boa Vista - PB.

O surgimento de ramos e folhas novos depende da disponibilidade de água para a planta, de modo que as raízes possam absorvê-la e utilizá-la na translocação de nutrientes que serão utilizados na síntese de fotoassimilados que resultem em incrementos no crescimento da parte aérea. Algumas espécies de florestas tropicais secas têm o seu crescimento vegetativo estimulado na estação chuvosa e florescem na estação seca, uma vez que nesta, as flores ficam mais visíveis para os polinizadores (JANZEN, 1967; BAWA; KANG; GRAYUM, 2003).

A eficiência no processo de absorção de água pelo sistema radicular das plantas em áreas de Caatinga está diretamente relacionada com a intensidade, duração e frequência das chuvas, assim como com as características físicas do solo, as quais influenciam na taxa de



infiltração da água para as camadas mais profundas (ALVES et al., 2005). O regime pluviométrico no ecossistema Caatinga concentra-se em poucos meses do ano e os solos rasos predominantes na região determinam uma baixa capacidade de armazenamento de água no solo (LOPES et al., 2009).

Embora tenha sido registrada a presença de brotamento durante todo o período de avaliação (agosto de 2014 a fevereiro de 2017), a sua intensidade em indivíduos de *S. obtusifolium* foi sempre inferior a 50%. Resultado semelhante foi constatado para a mesma espécie durante a estação seca na região semiárida da Bahia, onde a precipitação não foi fator limitante para a produção de folhas e ramos, sendo registradas ao longo da estação seca taxas de brotamento de 50 a 80% (KIILL, MARTINS e SILVA, 2014). Correlação positiva significativa entre o brotamento foliar e a precipitação foi constatada por Souza et al. (2014) para seis espécies da Caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, a exemplo do cumaru [*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.], catingueira [*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz] e pau-branco (*Cordia oncocalyx* Allemão). Nas florestas tropicais secas, os eventos fenológicos, em algumas espécies, são mais influenciados pela disponibilidade hídrica para a planta do que pela ocorrência de chuvas, ou seja, espécies com o sistema radicular profundo, ou que armazenam água no caule ou sistema radicular, podem apresentar padrões fenológicos independentes da precipitação (BORCHERT e RIVERA, 2001; PRATT et al., 2007; RAGUSA-NETTO e SILVA, 2007).

Durante todo o período de avaliação fenológica foi observada queda de folhas com intensidade superior a 30% nos indivíduos de *S. obtusifolium*, com as mínimas e máximas registradas em setembro e dezembro de 2014 e janeiro e fevereiro de 2017, respectivamente (Figura 5) e não foi constatada correlação significativa entre a senescência e as variáveis ambientais, temperatura ( $r_s = 0,28$ ;  $p = 0,1284$ ), umidade relativa do ar ( $r_s = -0,29$ ;  $p = 0,1102$ ) e a precipitação pluviométrica ( $r_s = -0,31$ ;  $p = 0,0881$ ). Para a senescência, o comportamento foi oposto ao observado para o brotamento, ocorrendo entre elas uma correlação negativa e significativa ( $r_s = -0,61$ ;  $p = 0,0003$ ), indicando que a produção de brotos compensa rapidamente a queda de folhas. A maior intensidade na senescência ocorreu de junho de 2015 a janeiro de 2016, com posterior redução na sua manifestação, mantendo-se estável de fevereiro até agosto de 2016. A partir daí houve aumento da intensidade de senescência até fevereiro de 2017, coincidindo com o período seco. Em muitas florestas tropicais, a exemplo do bioma Caatinga, o aumento na queda de folhas está correlacionado com o início da estação seca (REICH e BORCHERT 1982), sendo uma estratégia da vegetação para minimizar as perdas de água por transpiração (IZIDIO et al., 2013).

**Tabela 1.** Correlações de Spearman ( $r_s$ ) entre a intensidade das fenofases de *Sideroxylon obtusifolium* avaliadas e as variáveis climáticas precipitação pluvial (mm), temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) ( $\alpha = 0,05$ ).

Agosto de 2014 - Fevereiro de 2017												
	Brotamento		Botão floral		Flor		Fruto		Senescência		Precipitação	
	rs	p	rs	p	rs	p	rs	p	rs	p	rs	p
Brotamento	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Botão Floral	0,26	0,1563	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flor	0,28	0,1254	0,96	<,0001	1	-	-	-	-	-	-	-
Fruto	0,40	0,0257	0,56	0,001	0,67	<,0001	1	-	-	-	-	-
Senescência	-0,61	0,0003	-0,10	0,5833	-0,13	0,4741	-0,40	0,0243	1	-	-	-
Precipitação (mm)	0,43	0,0165	-0,01	0,9551	0,03	0,8520	0,28	0,1158	-0,31	0,0881	1	-
Temperatura (°C)	-0,21	0,2639	-0,035	0,8532	0,03	0,8891	0,15	0,4260	0,28	0,1284	-	-
Umidade (%)	0,26	0,1621	-0,16	0,4000	-0,11	0,5580	0,26	0,1532	-0,29	0,1102	-	-

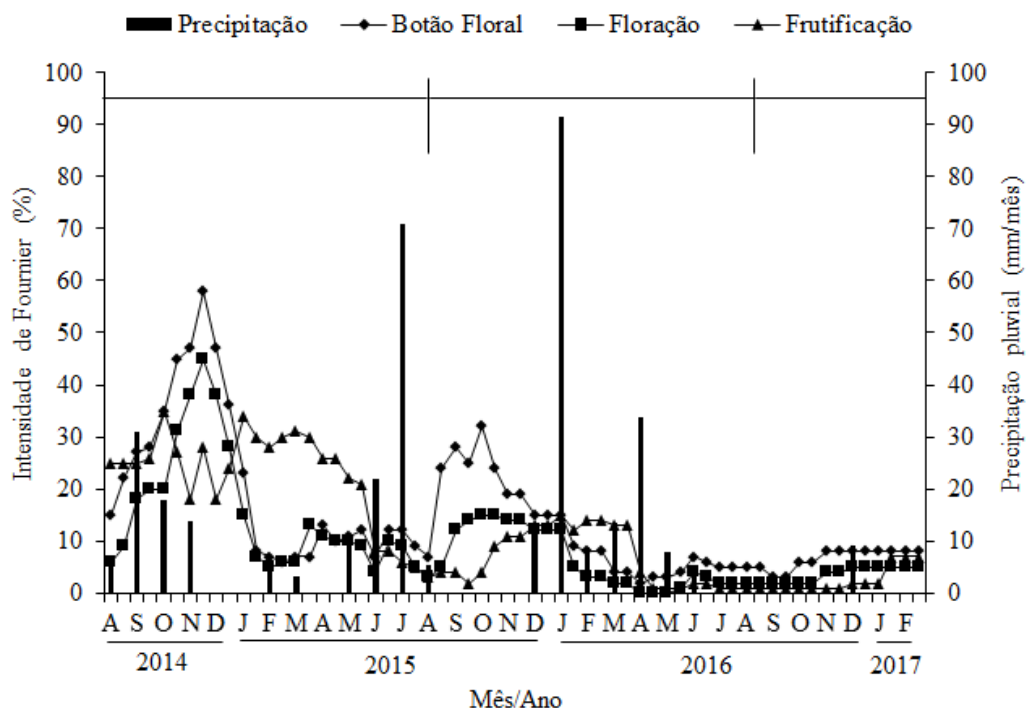


Do ponto de vista ecológico, o comportamento da *S. obtusifolium* é semidecíduo (LORENZI, 2002), caracterizado por um período de maior intensidade de queda de folhas (estação seca), mas nunca ficando totalmente sem as mesmas (MORELLATO et al., 1989). Em estudo fenológico na floresta semidecídua do Sul do Brasil, Bianchini; Pimenta e Santos (2006) verificaram que a queda foliar correlacionou-se negativamente com a precipitação e variou entre os indivíduos de aguá [ *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl.] (Sapotaceae), entretanto, nenhum deles ficou com a copa completamente sem folhas.

Ao avaliarem a fenologia de 13 espécies lenhosas da Caatinga do Seridó no Rio Grande do Norte, Amorim, Sampaio e Araújo (2009) observaram que a caducifolia, por exemplo, não foi igual para todas as espécies estudadas, podendo ocorrer em um ano e em outro não, assim como em períodos distintos. Para muitas espécies, a exemplo de *Sideroxylon obtusifolium*, o brotamento e a precipitação pluvial estão diretamente relacionados. O maior ou menor efeito da referida variável climática sobre as características fenológicas sobre as espécies vegetais vai depender da intensidade das chuvas, capacidade e do período de retenção da água no solo, de modo que a planta possa responder fisiologicamente com a emissão de brotos, produção de folhas e consequente compensação da senescência.

### **3.2.2. Botão floral, flor e fruto**

No primeiro ano de avaliação (agosto de 2014 a julho de 2015) foi observado que a produção de botões florais concentrou-se de setembro a dezembro de 2014, com pico no mês de novembro (58%). No segundo ano de observação (agosto de 2015 a julho de 2016), a intensidade de manifestação de botões florais nos indivíduos da espécie foi menor que a registrada no primeiro ano, entretanto, também foi mais intensa de setembro a dezembro de 2015, com pico no mês de outubro (Figura 6).



**Figura 6.** Intensidade de Fournier de *Sideroxylon obtusifolium* nas fenofases de botão floral, floração e frutificação registradas quinzenalmente e precipitação pluvial mensal no período de agosto de 2014 a fevereiro de 2017, no município de Boa Vista - PB.

A ocorrência de flores em antese acompanhou a manifestação do surgimento dos botões florais, também havendo semelhança nos meses de pico, tanto no primeiro quanto no segundo ano de avaliação, sendo constatada uma correlação positiva e significativa entre as fenofases mencionadas ( $r_s = 0,96$ ;  $p = <0,0001$ ) durante todo o período de avaliação fenológica, de agosto de 2014 até fevereiro de 2017 (Tabela 1). Importante destacar que no segundo ano de avaliação fenológica, a floração e a frutificação também foram inferiores à registrada no primeiro ano, o que está relacionado com o fato de que muitos botões florais não chegaram à fase de antese. Ao estudarem a fenologia do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr.) em diferentes unidades de paisagem no Estado de Pernambuco, Lins Neto et al. (2013) observaram que a intensidade média da frutificação, nos dois anos de avaliação, não variou significativamente.

Os ritmos fenológicos nos ecossistemas florestais tropicais são complexos e podem variar entre os anos, sobretudo a floração e o florescimento (ENGEL e MARTINS, 2005), de forma que a avaliação de populações em uma ou várias áreas pode ser considerada uma ferramenta importante, pois permite distinguir as particularidades fenológicas em nível individual de uma população e/ou comunidade (FELSEMBURGH; PELEJA; CARMO, 2016).

As variáveis ambientais temperatura e precipitação pluviométrica influenciaram, de maneira distinta, no comportamento fenológico reprodutivo de espécies da família Sapotaceae em área de restinga de Maricá - RJ, dentre elas *S. obtusifolium*, para a qual houve correlação significativa entre a precipitação, a temperatura e o desenvolvimento dos frutos, assim como entre temperatura e floração. O mesmo não ocorreu entre a precipitação e a floração e entre a precipitação, a temperatura e a dispersão das sementes (GOMES; PINHEIRO; LIMA, 2008).

No primeiro ano de avaliação (agosto de 2014 até julho de 2015) foi constatado que a frutificação da *S. obtusifolium* ocorreu por um período mais prolongado e intenso em comparação com o segundo ano (agosto de 2015 a julho de 2016), entretanto, com intensidade máxima inferior a 40% durante todo o período de avaliação (agosto de 2014 até fevereiro de 2017), podendo ser considerada baixa. Essa constatação pode estar relacionada com a baixa precipitação registrada durante todo o período de avaliação fenológica.

De agosto a dezembro de 2015 a frutificação acompanhou a emissão de botão floral e flores, estendendo-se de janeiro a junho de 2016, mesmo com a diminuição da intensidade da fase de botão floral e floração. No segundo ano, a presença de botão floral foi mais intensa de setembro de 2015 a janeiro de 2016, com pico em outubro de 2015 (32%), porém muito inferior ao registrado em novembro de 2014 (58%), enquanto no intervalo entre agosto de 2016 e fevereiro de 2017 o comportamento da frutificação foi distinto dos anos anteriores (Figura 6).

Considerando as diferenças observadas durante todo o período de avaliação (30 meses) é possível destacar que a frutificação foi registrada de outubro a abril (estação seca) nos dois anos. Comportamento semelhante foi observado por Nunes et al. (2005) que, ao estudarem a fenologia de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.) em uma área de transição entre o Cerrado e a Caatinga constataram que a formação e a maturação dos frutos ocorreu nos meses de menor precipitação.

Ao avaliarem a fenologia da carnaúba [*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore] em uma área de Caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Rocha et al. (2015), semelhantemente aos resultados obtidos para *S. obtusifolium*, também constataram pouca produção de frutos e, conseqüentemente, baixa dispersão de sementes. A produção de frutos de uma espécie pode ser resultado de diversos fatores, como reduzida taxa de polinização, ocorrência de aborto do fruto imaturo, além das características físico-químicas do solo, que influenciam diretamente na sua fertilidade (MILLER, 2002).

A baixa intensidade na frutificação registrada nas plantas de *S. obtusifolium* pode estar diretamente relacionada com o baixo acumulado de chuvas ao longo das avaliações, em

comparação com os anos anteriores à pesquisa, com efeitos diretos sobre o comportamento da espécie. Além disso, cabe ressaltar que muitos frutos foram abortados na sua fase inicial, o que pode ser reflexo da limitação de recursos que seriam captados pela árvore (STEPHENSON, 1980). Na família Sapotaceae, um alto índice de aborto de frutos também foi constatado para aboirana [*Pouteria venosa* (Mart.)], maçaranduba [*Manilkara subsericea* (Mart.) Dubar] e quixabeira (*S. obtusifolium*) (GOMES; PINHEIRO; LIMA, 2008)

Diante dos resultados obtidos, com exceção para a correlação significativa entre a intensidade de brotamento e a precipitação, em nenhum evento fenológico avaliado para *S. obtusifolium* foi constatada correlação significativa com as variáveis ambientais precipitação, temperatura e umidade relativa do ar. Ao acompanharem os eventos fenológicos de cachaporra-do-gentio (*Terminalia fagifolia* Mart.) em uma área de transição entre a Caatinga e o Cerrado, Botrel et al. (2015) não observaram correlação significativa entre as variáveis ambientais (temperatura, umidade e precipitação) e os eventos fenológicos avaliados (desfolhamento, brotação, frutificação e floração), indicando localmente uma independência entre as variáveis analisadas. Comportamento semelhante foi observado para o pinhão-bravo [*Jatropha molissima* (Pohl) Baill.] nas fenofases flores, frutos, brotamento e queda foliar em área de Caatinga no Estado da Bahia; no entanto, houve correlações significativas entre a temperatura e fotoperíodo em associações com a fenofase flores estaminadas (NEVES; FUNCH; VIANA, 2010).

Quanto à relação entre os eventos fenológicos avaliados para a *S. obtusifolium* foi constatada uma correlação positiva significativa entre as ocorrências de botões florais e de frutos ( $r_s = 0,56$ ;  $p = 0,001$ ) e entre flor e fruto ( $r_s = 0,67$ ;  $p < 0,0001$ ) (Tabela 1). Nesse último caso, a correlação mais forte se explica pelo fato de que o período entre a fase de botão e de fruto é mais extenso que a fase de flor e de frutificação. Ainda de acordo com os dados da Tabela 1, constatou-se efeito significativo também para a correlação entre o brotamento e a ocorrência de frutos ( $r_s = 0,40$ ;  $p = 0,0257$ ), podendo está relacionado com a necessidade de maior eficiência fotossintética em função da translocação de fotoassimilados da fonte (folhas) para os drenos (frutos), o que é reforçada pela correlação negativa e significativa entre a fase fenológica de frutificação e a senescência ( $r_s = -0,40$ ;  $p = 0,0243$ ).

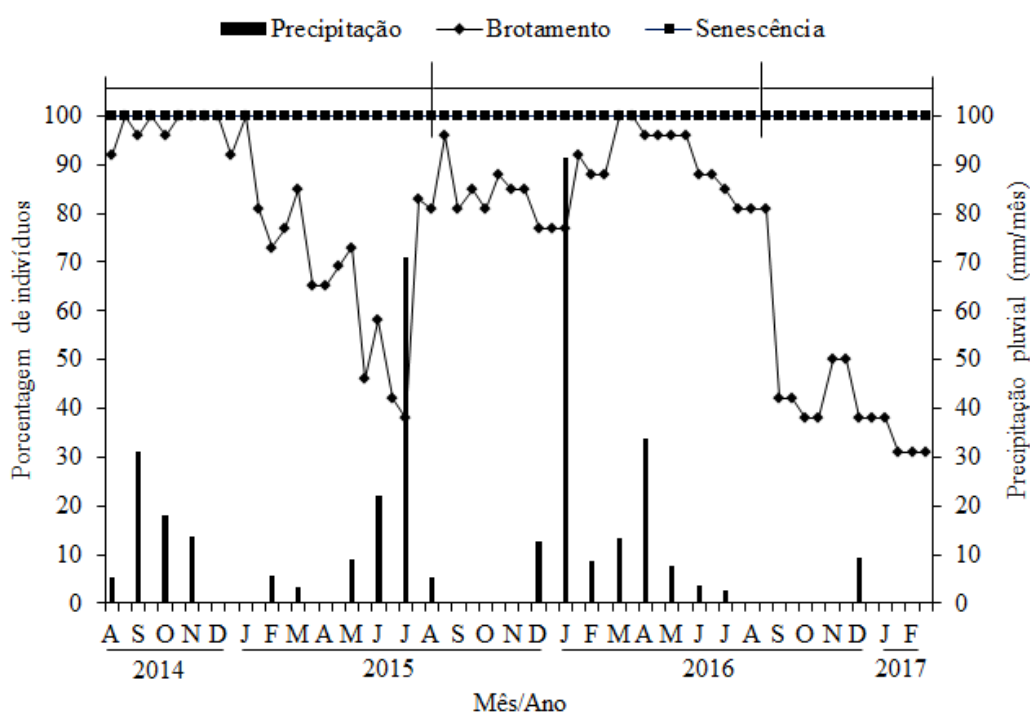
Quando se considera a grande extensão da Caatinga e suas particularidades, variações nos padrões fenológicos podem ser observadas em distintas espécies das diferentes comunidades vegetais. Por isso, os estudos fenológicos devem ser específicos, considerando as populações de interesse (MANTOVANI et al., 2003). As observações em uma ou várias áreas permitem a obtenção de informações que podem ser utilizadas como bases

comparativas, possibilitando a diferenciação dos eventos fenológicos e possíveis influências sobre os mesmos.

### 3.3. Índice de atividade (porcentagem de indivíduos)

#### 3.3.1. Brotamento e senescência

Durante todo o período de avaliação da espécie *S. obtusifolium* houve senescência e brotamento, sendo esta última a que oscilou ao longo do tempo. De modo semelhante ao registrado para a intensidade no brotamento, o percentual de indivíduos nessa fenofase acompanhou a variação das chuvas na área de estudo (Figura 7). A correlação entre a atividade do percentual de indivíduos com brotamentos e a disponibilidade de água é um indicativo de que a seca sazonal atua diretamente como fator limitante sobre os padrões fenológicos (BULHÃO e FIGUEIREDO, 2002). A diminuição da ocorrência de chuvas intensificou a queda do percentual de indivíduos com a referida fenofase, enquanto as chuvas esporádicas estimularam o brotamento e emissão de folhas.



**Figura 7.** Porcentagem de indivíduos de *Sideroxylon obtusifolium* nas fenofases de brotamento e senescência registradas quinzenalmente e precipitação pluviométrica mensal no período de agosto de 2014 a fevereiro de 2017, no município de Boa Vista - PB.

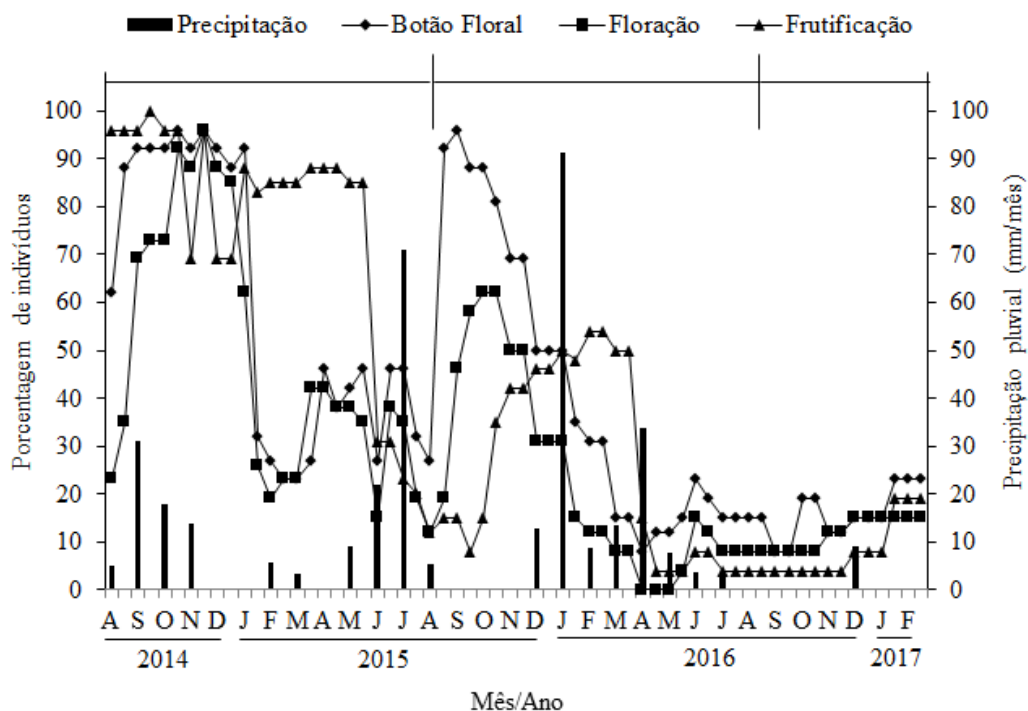
Nos meses de setembro a novembro de 2014, a baixa, porém, sequencial precipitação permitiu que o índice de atividade de brotamento fosse elevado (maior que 90%), com posteriores oscilações, as quais resultaram em um decréscimo até julho de 2015, mês em que foi registrado um volume de chuvas de 70,9 mm, que somado aos registros pluviométricos dos meses de maio e junho do mesmo ano (9,1 e 22,1 mm, respectivamente), estimulou o percentual de plantas com brotamento em agosto de 2015.

Diante dessas oscilações ficou constatada a falta de sincronia para o brotamento na *S. obtusifolium*. O sincronismo pode ser compreendido como a expressão do maior número de indivíduos de uma população expressando uma determinada fenofase (BENCKE e MORELLATO, 2002a). Para a espécie cachaporra-do-gentio (*T. fagifolia*) também foi observada falta de sincronia para a brotação, sendo um indicativo de que não somente o conteúdo de água disponível no solo, mas também o conteúdo de água existente na própria planta poderia estar regulando a brotação nos indivíduos da espécie (BOTREL et al., 2015).

A senescência foi registrada em 100% das plantas de *S. obtusifolium* avaliadas durante todo o período de estudo, indicando que sua ocorrência é constante e independente do período do ano. O comportamento registrado para essa variável fenológica não foi compensado pelo brotamento, o que concorda com Botrel et al. (2015) quando relataram que em ambientes com forte restrição hídrica, a exemplo da Caatinga, a perda de folhas é uma estratégia fisiológica das plantas para reduzir a quantidade de água eliminada pela transpiração.

### **3.3.2. Botão floral, floração e frutificação**

A presença de botão floral em indivíduos de *S. obtusifolium* (Figura 8) foi mais frequente entre agosto e dezembro de 2014 e agosto e novembro de 2015, sendo que esse comportamento não foi constatado no mesmo período do ano de 2016. Entre setembro de 2014 a janeiro de 2015 mais de 80% dos indivíduos da espécie encontravam-se com botão floral, coincidindo também com um percentual significativo de indivíduos com flores e frutos simultaneamente. A partir de janeiro de 2015, com a queda na emissão de botão e abertura das flores, mais de 80% das plantas avaliadas se encontravam na fase de frutificação, a qual se estendeu até maio do mesmo ano.



**Figura 8.** Porcentagem de indivíduos de *Sideroxylon obtusifolium* nas fenofases de botão floral, floração e frutificação registradas quinzenalmente e precipitação pluviométrica mensal no período de agosto de 2014 a fevereiro de 2017, no município de Boa Vista - PB.

No segundo ano de avaliação (agosto de 2015 a julho de 2016) foi observada uma diminuição na porcentagem de indivíduos com a presença de botão floral, floração e em frutificação. A época, a intensidade, a duração e periodicidade dos eventos fenológicos dependem da interação entre as características intrínsecas das espécies e as variações climáticas (FERRAZ et al., 1999) e segundo Amorim, Sampaio e Araújo (2009) o ciclo das chuvas parece regular a floração e a frutificação da maioria das espécies vegetais da Caatinga.

#### 4. CONCLUSÃO

O brotamento e a senescência da *S. obtusifolium* são as variáveis fenológicas com a maior irregularidade no período de avaliação;

A intensidade do brotamento correlaciona-se positivamente com a precipitação pluvial;

A intensidade dos eventos fenológicos senescência, botão floral, floração (flor em antese e frutificação da espécie *S. obtusifolium* mostram-se independentes das variáveis ambientais avaliadas (temperatura, umidade e precipitação pluvial);

O comportamento fenológico registrado na área de estudo durante o período de avaliação reforça a necessidade da avaliação fenológica da espécie *S. obtusifolium* frente às particularidades de outras áreas com o intuito de alimentar um banco de dados que possa servir de base para comparação do comportamento da espécie às variações do clima.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarMesesChuvasMensais>>. Acesso em: 16.set.2017.

AKASHI JUNIOR, J.; CASTRO, S.S. Corredores de biodiversidade como meios de conservação ecossistêmica em larga escala no Brasil: uma discussão introdutória ao tema. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, n.15, p.20-28, 2010.

ALBUQUERQUE, U.P.; ARAÚJO, E.L.; EL-DEIR, A.C.A.; LIMA, A.L.A.; SOUTO, A., BEZERRA, B.M.; FERRAZ, E.M.N.; FREIRE, E.M.X.; SAMPAIO, E.V.S.B.; LASCASAS, F.M.G.; MOURA, G.J.B.; PEREIRA, G.A.; MELO, J.G.; RAMOS, M.A.; RODAL, M.J.N.; SCHIEL, N.; LYRA-NEVES, R.M.; ALVES, R.R.N.; AZEVEDO-JÚNIOR, S.M.; TELINO JÚNIOR, W.R.; SEVERI, W. Caatinga revisited: ecology and conservation of an importante seasonal dry forest. **The Scientific World Journal**, Cairo, v.2012, p.1-18, 2012.

ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A.; NASCIMENTO, S.S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.3, p.126-135, 2009.

ALVES, M.C.; SUZUKI, L.E.A.S.; HIPÓLITO, J.L.; CASTILHO, S.R. Propriedades físicas e infiltração de água de um Latossolo Vermelho Amarelo (Oxisol) do noroeste do estado de São Paulo, Brasil, sob três condições de uso e manejo. **Cadernos do Laboratório Xeolóxico de Laxe**, Corunã, v.30, n.1, p.167-180, 2005.

AMORIM, I.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAÚJO, E.L. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga do Seridó, RN. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.3, p.491-499, 2009.

AZERÊDO, G.A.; PAULA, R.C.; VALERI, S.V. Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. sob estresse hídrico. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n.1, p.193-202, 2016.

BAWA, K.S.; KANG, H.; GRAYUM, M.H. Relationships among time, frequency, and duration of flowering in tropical rain forest tree. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v.90, n.6, p.877-887, 2003.

BELTRÃO, A.E.S.; TOMAZ, A.C.A.; BELTRÃO, F.A.S.; MARINHO, P. *In vitro* biomass production of *Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.18, (supl.), p.696-698, 2008.

BENCKE, C.S.C.; MORELLATO, L.P.C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.3, p.269-275, 2002a.

BENCKE, C.S.C.; MORELLATO, L.P.C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.2, p.237-248, 2002b.

BIANCHINI, E.; PIMENTA, J.A.; SANTOS, F.A.M. Fenologia de *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (Sapotaceae) em floresta semidecídua do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.29, n.4, p.595-602, 2006.

BORCHERT, R.; RIVERA, G. Photoperiodic control of seasonal development and dormancy in tropical stem succulent trees. **Tree Physiology**, Victoria, v.21, n.1, p.213-221, 2001.

BOTREL, R.T.; BRITO, D.R.S.; SOUSA, W.C.; SOUZA, A.M.; HOLANDA, A.C. Fenologia de uma espécie arbórea em ecótono Caatinga/Cerrado no sul do Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.10, n.3, p.7-12, 2015.

BULHÃO, C.F.; FIGUEIREDO, P.S. Fenologia de leguminosas arbóreas em uma área de cerrado marginal no nordeste do Maranhão. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.3, p.361-369, 2002.

CAVALCANTE, M.B. Ecoturismo no bioma Caatinga: o caso do Parque Estadual da Pedra da Boca, Paraíba. **Revista Nordestina de Ecoturismo**, Aracaju, v.2, n.1, p.25-38, 2009.

ENGEL, V.L.; MARTINS, F.R. Reproductive phenology of Atlantic forest tree species in Brazil: an eleven year study. **Tropical Ecology**, Cambridge, v.46, n.1, p.1-16, 2005.

FERRAZ, D.K. ARTES, R. MANTOVANI, W. MAGALHÃES, L.M. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, v.59, n.2, p.305-317, 1999.

FELSEMBURGH, C.A.; PELEJA, V.L.; CARMO, J.B. Fenologia de *Aniba parviflora* (Meins.) Mez. em uma região do Estado do Pará, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v.6, n.3, p.31-39, 2016.

FIGUEIREDO, F.J.; LIMA, V.L.A.G. Antioxidant activity of anthocyanins from quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium*) fruits. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.17, n.3, p.473-479, 2015.

FOURNIER, L.A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, Turrialba, v.24, n.4, p:422-423, 1974.

GOMES, M.L.O. **Germinação in vitro de *Parkinsonia aculeata* L.: uma espécie de uso múltiplo ocorrente nas matas ciliares da caatinga.** 2007. 47f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

GOMES, R.; PINHEIRO, M.C.B.; LIMA, H.A. Fenologia reprodutiva de quatro espécies de Sapotaceae na restinga de Maricá, RJ. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.31, n.4, p.679-687, 2008.

GUILHERME, F.A.G.; SALGADO, A.A.; COSTA, E.A.; ZORTÉA, M. Fenologia de *Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart. (Bignoniaceae) na região urbana de jataí, Goiás. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.1, p.138-147, 2011.

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

IZIDIO, N.S.C.; PALÁCIO, H.A.Q.; ANDRADE, E.M.; ARAÚJO NETO, J.R.; BATISTA, A.A. Intercepção da chuva pela vegetação da caatinga em microbacia no semiárido cearense. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v.7, n.1, p.44-52, 2013.

JANZEN, D.H. Synchronization of sexual reproduction of tree within the dry season in Central American, **Evolution**, Boulder, 21, n.3, p.620-637, 1967.

JAPIASSÚ, A.; LOPES, K.P.; DANTAS, J.G.; NÓBREGA, J.S. Fenologia de quatro espécies arbóreas da Caatinga no semiárido paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.11, n.4, p.34-43, 2016.

JUSTINIANO, M.J.; FREDERICKSEN, T.S. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. **Biotropica**, Washington, v.32, n.2, p.276-281, 2000.

KIILL, L.H.P.; LIMA, P.C.F. **Plano de manejo para espécies da caatinga ameaçadas de extinção na reserva legal do projeto salitre**. Petrolina, 2011. 55p. (EMPRAPA semiárido. Documentos, 243).

KIILL, L.H.P.; MARTINS, C.T.V.D.; SILVA, P.P. Biologia reprodutiva de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. (Sapotaceae) na região semiárida da Bahia. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.6, p.1015-1025, 2014.

KIKIM, A.; YADAVA, P.S. Phenology of tree species in subtropical forests of Manipur in north eastern India. **Tropical Ecology**, Cambridge, v.42, n.2, p.269-276, 2001.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica. México, 1948. 479p.

LINS NETO, E.M.F.; ALMEIDA, A.L.S.; PERONI, N.; CASTRO, C.C.; ALBUQUERQUE, U.P. Phenology of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) under different landscape management regimes and a proposal for a rapid phenological diagnosis using local knowledge. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, London, v.9, p.1-13, 2013.

LOPES, J.F.B.; ANDRADE, E.M.; LOBATO, F.A.O.; PALÁCIO, H.A.Q.; ARRAES, F.D.D. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@mbiente Online**, Boa Vista, v.3, n.2, p.72-79, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 384p.

MANTOVANI, M.; RUSCHEL, A.R.; REIS, M.S.; PUCHALSKI, A.; NODARI, R.O. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da Floresta Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.4, p.451-458, 2003.

MEDEIROS, J.A. Produção de mudas de espécie nativa para plantio no semiárido com a participação da sociedade: relato de experiência com o juazeiro (*Zizyphus joazeiro*). **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, v.3, n.1, p.177-188, 2013.

MILLER, C. Fruit production of the ungurahua palm (*Oenocarpus bataua* subsp. *bataua*, Arecaceae) in an indigenous managed reserve. **Economic Botany**, New York, v.56, n.2, p.165-176, 2002.

MORELLATO, L.P.C.; RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F.; JOLY, C.A. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi. Jundiaí. São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.12, n.1/2, p.85-98, 1989.

NEVES, E.L.; FUNCH, L.S.; VIANA, B.F. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.33, n.1, p.155-166, 2010.

NUNES, Y.R.F.; FAGUNDES, M.; SANTOS, R.M.; DOMINGUES, E.B.S.; ALMEIDA, H.S.; GONZAGA, A.P.D. Atividades fenológicas de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae) em uma floresta estacional decidual no Norte de Minas Gerais. **Lundiana**, Belo Horizonte, v.6, n.2, p.99-105, 2005.

PEREIRA, T.S.; COSTA, M.L.M.N.; MORAES, L.F.D.; LUCHIARI, C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta atlântica da reserva biológica de poço das antas, Rio de Janeiro, Brasil. **IHERINGIA: série Botânica**, Porto Alegre, v.63, n.2, p.329-339, 2008.

PRATT, R.B.; JACOBSEN, A.L.; EWERS, F.W.; DAVIS, S.D. Relationships among xylem transport, biomechanics and storage in stems and roots of nine Rhamnaceae species of the California chaparral. **New Phytologist**, Medford, v.174, n.4, p.787-798, 2007.

RAGUSA-NETTO, J.; SILVA, R.R. Canopy phenology of a dry forest in western Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.67, n.3, p.569-575, 2007.

REICH, P.B.; BORCHERT, R. Phenology and ecophysiology of the tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). **Ecology**, New York, v.63, n.2, p.294-299, 1982.

ROCHA, C.R.M.; COSTA, D.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CRUZ, E.D. Morfobiometria e germinação de sementes de *Parkia multijuga* Benth. **Nativa**, Sinop, v.2, n.1, p.42-47, 2014.

ROCHA, T.G.F.; SILVA, R.A.R.; DANTAS, E.X.; VIEIRA, F.A. Fenologia da *Copernicia prunifera* (Arecaceae) em uma área de Caatinga do Rio Grande do Norte. **Cerne**, Lavras, v.21, n.4, p.673-682, 2015.

SANTANA, C.S.; MACHADO, C.G. Fenologia de floração e polinização de espécies ornitófilas de bromeliáceas em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.33, n.3, p.469-477, 2010.

SAS. SAS/STAT 9.3. **User's Guide**. Cary. NC: SAS Institute Inc., 2011. 8621p.

SCIPIONI, M.C.; GALVÃO, F.; LONGHI, S.J. Composição florística e estratégias de dispersão e regeneração de grupos florísticos em florestas estacionais decíduais no Rio Grande do Sul. **Floresta**, Curitiba, v.43, n.2, p.241-254, 2013.

SHIMIZU, J.Y. Estratégia complementar para conservação de espécies florestais nativas: resgate e conservação de ecótipos ameaçados. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.27, n.54, p.7-35, 2007.

SILVA, A.C.O.; ALBUQUERQUE, U.P. Woody medicinal plants of the Caatinga in the state of Pernambuco (Northeast Brazil). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.19, n.1, p.17-26, 2005.

SILVA, A.G.; BARROS, H.H.D.; SENNA, D.S.; CARVALHO, C.D.V. Fenologia de *Anadenanthe macrocarpa* (Benth.) Brenan em uma floresta estacional semidecidual no sul do Espírito Santo. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.8, n.15, p.938-945, 2012.

SOUSA, R.F.; BARBOSA, M.P.; SOUSA JÚNIOR, S.P.; NERY, A.R.; LIMA, A.N. Estudo da evolução espaço-temporal da cobertura vegetal do município de Boa Vista - PB, utilizando geoprocessamento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.3, p.22-30, 2008.

SOUZA, D.N.N.; CAMACHO, R.G.V.; MELO, J.I.M.; ROCHA, L.N.G.; SILVA, N.F. Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de Caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v.27, n.2, p.31-42, 2014.

SPINA, P.A.; FERREIRA, W.M.; LEITÃO-FILHO, H.M. Floração, frutificação e síndromes de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo na região de Campinas (SP). **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.15, n.3, p.349-368, 2001.

STEPHENSON, A.G. Fruit set, herbivory, fruit reduction, and the fruiting strategy of *Catalpa speciosa* (Bignoniaceae). **Ecology**, New York, v.61, n.1, p.57-64, 1980.

SULISTYAWATI, E.; MASHITA, N.; SETIAWAN, N.N.; CHOESIN, D.N.; SURYANA, P. Flowering and fruiting phenology of tree species in Mount Papandayan Nature Reserve, West Java, Indonesia. **Tropical Life Sciences Research**, George Town, v.23, n.2, p.81-95, 2012.

WILLIAMS, R.J.; MYERS, B.A.; EAMUS, D.; DUFF, G.A. Reproductive phenology of woody species in a North Australian Tropical savanna. **Biotropica**, Washington, v.31, n.4, p.626-636, 1999.

YADAV, R.K.; YADAV, A.S. Phenology of selected woody species in a tropical dry deciduous forest in Rajasthan, India. **Tropical Ecology**, Cambridge, v.49, n.1, p.25-34, 2008.

***CAPÍTULO III***

**BANCO DE SEMENTES DE UMA ÁREA DA CAATINGA NO ESTADO  
DA PARAÍBA COM OCORRÊNCIA DA ESPÉCIE *Sideroxylon*  
*obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.**



**BANCO DE SEMENTES DE UMA ÁREA DA CAATINGA NO ESTADO DA  
PARAÍBA COM OCORRÊNCIA DA ESPÉCIE**

***Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.**

**RESUMO**

A avaliação do banco de sementes do solo é uma ferramenta indispensável para o entendimento dos mecanismos de dispersão e regeneração das espécies vegetais. Do ponto de vista ecológico, permite conhecer as espécies que ocorrem em determinadas áreas, assim como fornece subsídio para elaboração de projetos de recuperação da vegetação. O objetivo nesse trabalho foi avaliar a composição do banco de sementes do solo de uma área da Caatinga paraibana com a ocorrência da espécie *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. As amostras de solo foram coletadas aleatoriamente na fazenda Santa Rosa do Espólio (Boa Vista - PB) em duas épocas do ano de 2015. A primeira foi realizada em março (durante a dispersão de *S. obtusifolium* e dois meses antes do início da estação chuvosa) e a segunda no mês de dezembro (antes da dispersão de *S. obtusifolium* e cinco meses após o fim da estação chuvosa). Como referência para a coleta de solo foram consideradas 25 árvores matrizes da espécie marcadas aleatoriamente, sendo 25 amostras obtidas na projeção da borda da copa e outras 25, a uma distância de 20 metros de cada planta matriz, totalizando 100 amostras nas duas coletas. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente enumerados e, posteriormente, transportadas para ambiente protegido do Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba, *Campus II*, onde foram dispostas em bandejas plásticas (27,5 x 18 x 5,5 cm), procedendo-se com a determinação da composição florística, diversidade de espécies (Shannon-Weaver), equabilidade de Pielou e a estrutura fitossociológica (densidade absoluta e relativa). No banco de sementes da área estudada foram reconhecidas 55 espécies distribuídas em 49 gêneros e 23 famílias, com predominância de espécies herbáceas, assim como pertencentes à família Fabaceae. Plântulas de *S. obtusifolium* não foram constatadas em nenhuma das coletas de solo o que pode estar relacionado com a predação animal, pouca frutificação durante o período de avaliação e à dormência de suas sementes. Os valores obtidos para a Diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) não foram discrepantes entre si e o Índice de Equabilidade de Pielou ( $e'$ ) foi numericamente próximo nas duas coletas.

**Palavras-chave:** emergência de plântulas, regeneração, riqueza florística.

**SEED BANK OF A CAATINGA AREA IN THE PARAÍBA STATE  
WITH OCCURRENCE OF THE SPECIES**

***Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.**

**ABSTRACT**

The evaluation of the soil seed bank is an indispensable tool for the understanding of the dispersion mechanisms and regeneration of plant species. From the ecological point of view, it allows us to know the species occurrence in certain areas, as well as provides subsidy for the elaboration of vegetation recovery projects. The objective of this work was to evaluate the composition of the soil seed bank of an area of the Caatinga in the Paraíba state with the occurrence of the species *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. Soil samples were randomly collected at the Santa Rosa do Espólio farm (Boa Vista - PB) at two periods of the year 2015. The first was carried out in March (during the dispersal of *S. obtusifolium* and two months before the beginning of the rainy season) and the second in the month of December (before the dispersal of *S. obtusifolium* and five months after the end of the rainy season). As reference for the soil collection were considered 25 randomly selected matrix trees of the species, 25 samples obtained in the projection of the canopy border and another 25, at a distance of 20 meters from each matrix plant, totaling 100 samples in the two collections. The samples were stored in plastic bags and then transported to the protected environment of the Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba, *Campus II*, where they were placed in plastic trays (27.5 x 18 x 5.5 cm). The floristic composition, species diversity (Shannon-Weaver), Pielou equability and phytosociological structure (absolute and relative density) were determined. In the seed bank of the studied area, 55 species were recognized, distributed in 49 genera and 23 families, with herbaceous species predominating, as well as belonging to the Fabaceae family. Seedlings of *S. obtusifolium* were not found in any of the soil samples, which may be related to animal predation, low fruitification during the evaluation period and seed dormancy. The values obtained for the Shannon-Weaver ( $H'$ ) Diversity were not discrepant with each other and the Pielou Equability Index ( $e'$ ) was numerically close in both collections.

**Keywords:** Seedlings emergence, regeneration, floristic richness.

## 1. INTRODUÇÃO

A Caatinga, distribuída amplamente no semiárido do Nordeste brasileiro, contém grande variabilidade de tipologias, alta diversidade florística e elevado número de espécies endêmicas (árvores, arbustos e ervas) (GONÇALVES et al., 2011), as quais são um reflexo do clima, relevo e embasamento geológico, que através de suas múltiplas relações resultam em ambientes ecológicos distintos (LIMA; COELHO; OLIVEIRA et al., 2012). Apesar de sua importância ecológica, muito da riqueza florística e faunística da Caatinga ainda é praticamente desconhecida, o que caracteriza barreiras para a sua conservação.

Associado a isso, ao longo do tempo, a Caatinga vem recebendo grande pressão antrópica pela remoção da cobertura vegetal para agricultura, pecuária e mineração (EVANGELISTA, 2011), exploração e comércio da madeira para produção de lenha e carvão, uso inadequado do solo, superpastoreio, extrativismo e queimadas (PEREIRA JÚNIOR et al., 2014). Essas interferências fragilizam seus diferentes habitats e causam modificações na paisagem natural (SILVA; ALMEIDA; SILVA, 2017) devido à exposição do solo a agentes erosivos (TRAVASSOS e SOUZA, 2011), desertificação, aumento da salinidade e diminuição da fertilidade (SOUZA; SUERTEGARAY; LIMA, 2009), assoreamento dos rios e reservatórios (SOUSA et al., 2007a), alteração no fluxo biológico e mudanças na dinâmica das populações vegetais (BRANCALION et al., 2012).

A regeneração de áreas desmatadas provém de quatro fontes básicas: o rebroto de partes da planta restante, a regeneração avançada (banco de plântulas), o banco de sementes e a chuva de sementes (dispersão) (MONACO; MESQUITA, WILLIAMSON, 2003; PERES; PINTO; LOURES, 2009). A dispersão corresponde ao principal mecanismo de alimentação do solo com sementes, constituindo o denominado banco de sementes, que compreende as reservas de propágulos viáveis no solo (na superfície ou em camadas mais profundas) em uma dada área em um dado momento (MONQUERO e SILVA, 2005; PAZ; SILVA; ALMEIDA-CORTEZ, 2016). Esse estoque de sementes é capaz de substituir plantas adultas, podendo ser anuais ou perenes, estando susceptíveis a doenças ou serem consumidas por animais, incluindo o homem (LAZZARI; GEORGIN; BORBA, 2015).

A regeneração natural, o estabelecimento das espécies e a estruturação das populações e comunidades vegetais no ambiente resultam das constantes influências de fatores bióticos e abióticos sobre as sementes. (FERREIRA; MEIADO; SIQUEIRA FILHO, 2017; SENA; LUSTOSA; ALMEIDA-CORTEZ, 2017). Essa interação também atua na recomposição de

ecossistemas (GAMA; BOTELHO; BENTES-GAMA, 2002; MEIADO, 2014) que sofreram distúrbios naturais ou antrópicos (KAGEYAMA e GANDARA, 2004), assim como na colonização de outras áreas (DEMINICIS et al., 2009).

Os estudos sobre regeneração natural, a exemplo do banco de sementes, possibilita que os recursos vegetais sejam corretamente manejados por fornecerem informações básicas para qualquer nível de investigação (DANIEL e JANKAUSKIS, 1989; ALVES JUNIOR et al., 2013). Além disso, podem ser usados como indicadores da capacidade de resiliência de ecossistemas florestais (BARBOSA, 2006), pois permitem inferir sobre o grau de degradação de áreas antropizadas ou exploradas em comparação a áreas conservadas. No banco de sementes de florestas tropicais há predomínio de espécies pioneiras herbáceas e arbustivo-arbóreas de ciclo de vida curto, as quais atuam como facilitadoras do processo de sucessão ecológica em áreas alteradas (BRANDÃO; MARTINS; BRANDÃO, 2016).

A espécie *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. (Sapotaceae) é nativa da Caatinga do Nordeste brasileiro, do Vale do São Francisco, das restingas litorâneas e do Pantanal Mato-grossense. Ocorre preferencialmente em solos argilosos e possui distribuição predominantemente descontínua ao longo da área que ocupa (LORENZI e MATOS, 2008). Os frutos de *S. obtusifolium* são do tipo drupa, de polpa succulenta e de cor preta quando maduros (KIILL; MARTINS; SILVA, 2012), cuja dispersão é do tipo zoocórica (aves e mamíferos) (SILVA et al., 2013), e as sementes apresentam dormência do tipo tegumentar (REBOUÇAS et al., 2012; SILVA, 2015). A espécie tem amplo uso medicinal além de atividade antifúngica (PEREIRA et al., 2016) e antibactericida (LEANDRO et al., 2013), sendo utilizada como antibiótico, no combate a inflamações crônicas, problemas cardíacos, respiratórios e sanguíneos, distúrbios menstruais e dores no trato intestinal (ALBUQUERQUE et al., 2011).

A pressão exercida sobre a Caatinga tem contribuído para a diminuição de populações naturais de *S. obtusifolium*, assim como a presença de plantas jovens, o que pode ser um reflexo do grau de antropização de áreas da referida formação vegetacional. Nesse aspecto, a predação por caprinos e outros animais domésticos de espécies vegetais da Caatinga, nas fases de plântula e adulta, as deixam vulneráveis (LEAL; VIVENTE; TABARELLI, 2003). Além disso, a utilização de partes da planta da espécie *S. obtusifolium* na medicina popular (folhas e cascas) (AQUINO et al., 2016) é um agravante para sua conservação (BELTRÃO et al., 2008), sendo indispensáveis protocolos e planos de manejo sustentáveis e que garantam o uso reacional da espécie.

Diante do exposto, o objetivo nesse trabalho foi avaliar a composição do banco de sementes do solo de uma área da Caatinga paraibana com ocorrência da espécie *Sideroxylon obtusifolium*.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área de estudo**

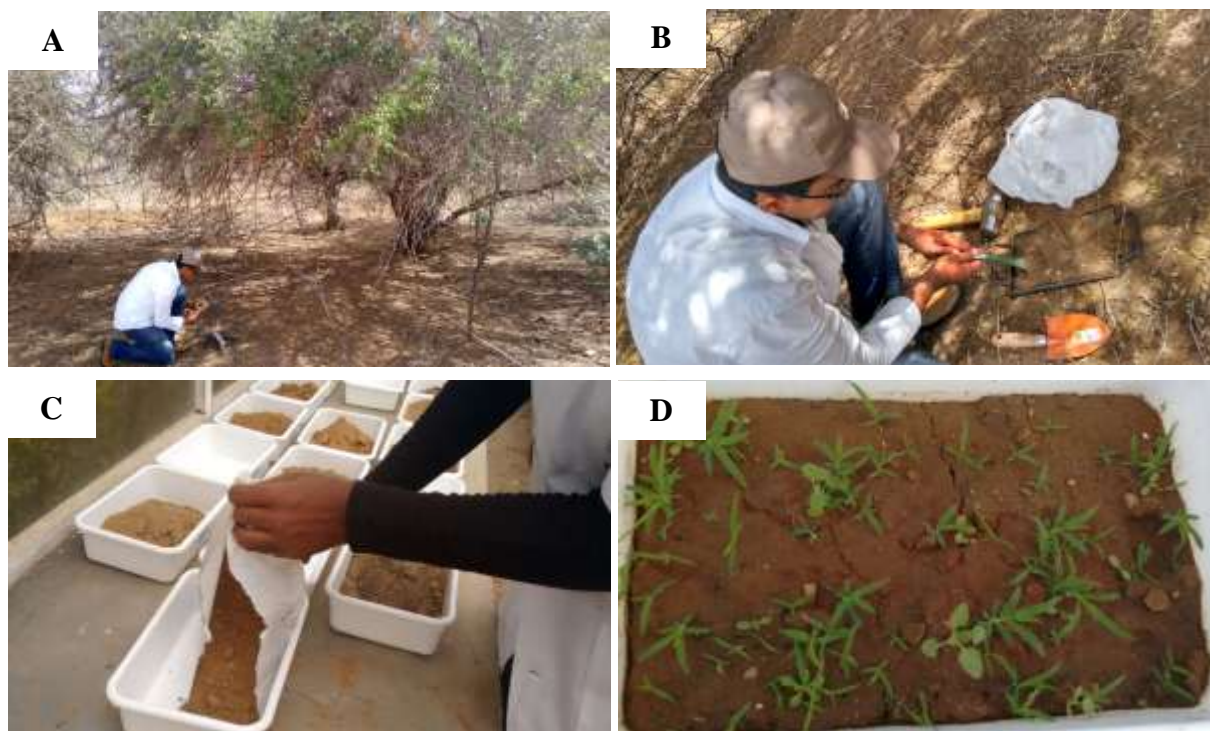
O solo avaliado foi proveniente da fazenda Santa Rosa do Espólio (7°13'50'' S, 36°13'57,7' W) localizada no município de Boa Vista-PB, microrregião de Campina Grande. A área de estudo é utilizada com frequência para a criação de rebanhos bovino e caprino. O clima do município de Boa Vista, segundo a classificação de Köppen (1948), é do tipo Bsh, ou seja, semiárido quente e seco, com distribuição irregular das chuvas em curtos períodos, sendo a estação seca prolongada (podendo atingir 11 meses), caracterizando-se por apresentar temperaturas médias anuais em torno de 24,5 °C e média pluviométrica de 400 mm/ano. A vegetação predominante é a Caatinga Hiperxerófila (SOUSA, et al., 2007b) e, ao longo dos anos, a cobertura vegetal vem sendo explorada e reduzida, fator que é agravado pela falta de técnicas conservacionistas de manejo do solo e medidas de conservação e recuperação de remanescentes florestais (SOUSA et al., 2008).

### **2.2. Amostragem do banco de sementes e local de condução do experimento**

As amostras de solo foram coletadas aleatoriamente (GONÇALVES et al., 2011; SOUZA, 2016; SOUSA et al., 2017) em duas épocas do ano de 2015, sendo a primeira realizada no mês de março (durante a dispersão de *S. obtusifolium* e dois meses antes do início da estação chuvosa), e a segunda, no mês de dezembro (antes da dispersão de *S. obtusifolium* e cinco meses após o fim da estação chuvosa). Como referência para a coleta de solo foram consideradas 25 árvores matrizes de *S. obtusifolium*, marcadas aleatoriamente e distantes entre si, no mínimo, em 30 metros. Vinte e cinco amostras foram obtidas na projeção da borda da copa sobre o solo (Figura 1A) e as outras 25 a uma distância de 20 metros de cada planta matriz, totalizando 100 amostras nas duas coletas. Esse procedimento foi adotado levando em

consideração que o desprendimento do fruto da planta ocorre em função da ação da gravidade com predomínio da dispersão zoocórica (LIMA e MELO, 2015) e que a variação na composição do banco de sementes em uma mesma área pode variar no sentido horizontal (ALVARENGA; PEREIRA; PEREIRA, 2006).

A delimitação das amostras foi realizada com o auxílio de gabaritos de ferro medindo 25 x 16 x 3 cm (comprimento, largura e altura), colocado sobre a superfície do solo, permitindo a padronização da área (Figura 1 A-B). O gabarito foi introduzido no solo com o auxílio de uma peça de madeira e marreta de ferro, procedendo-se com a coleta de todo o material delimitado pelo perímetro interno do mesmo até a profundidade de 3 cm, incluindo a serapilheira, quando presente. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos devidamente identificados e então transportado ao laboratório, onde as amostras de solo foram destorroadas, uniformizadas e colocadas para germinar em bandejas plásticas medindo 27,5 x 18 x 5,5 (comprimento, largura e altura, respectivamente) (Figura 1 C-D) e com pequenos furos para evitar o acúmulo excessivo de água (LAZZARI; GEORGIN; BORBA, 2015; LOUSADA e ESTEVES, 2017), procedendo-se com as avaliações. Também foram obtidos os dados de precipitação pluvial acumulada ( $\text{mm mês}^{-1}$ ) de janeiro a dezembro nos anos de 2014 e 2015 no município de Boa Vista - PB.



**Figura 1.** Disposição do gabarito de ferro (A) e procedimento de coleta do solo (B), disposição de amostra de solo na bandeja (C) e surgimento de plantas (D) do banco de sementes de uma área da Caatinga paraibana com a ocorrência da espécie *Sideroxylon obtusifolium*.

As avaliações do banco de sementes foi realizada em ambiente protegido do Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba (DFCA/UFPB, *Campus II*). As regas foram realizadas diariamente, de forma manual no decorrer do experimento, dependendo da necessidade (SANTOS et al., 2010; ANDRADE, 2015). Para cada lote de 50 amostras provenientes de cada coleta, foram acrescentadas três bandejas com areia lavada e esterilizada em autoclave, para servir de controle do ensaio, pela possível chuva de sementes no local.

### **2.3. Análise do banco de sementes do solo**

O método utilizado para a quantificação do banco de sementes foi o de emergência de plântulas em ambiente protegido (BROWN, 1992). A emergência foi acompanhada por 8 meses, removendo-se das bandejas as espécies à medida que foram sendo identificadas. As plantas jovens, cuja identificação permaneceu duvidosa, foram transplantadas para recipientes maiores, até desenvolverem-se a ponto de possibilitar o seu reconhecimento. Ao final dos primeiros quatro meses, a irrigação foi suspensa por 30 dias, com a finalidade de simular o déficit hídrico. Após esse período, o solo foi revolvido e novamente irrigado por mais 4 meses, a fim de promover a germinação de sementes que eventualmente tivessem ficado sem condições de germinar.

### **2.4. Composição florística**

A identificação das espécies foi realizada por meio da elaboração de exsicatas e consulta a material bibliográfico, por comparação com o material do Herbário Prof. Jayme Coelho de Moraes da Universidade Federal da Paraíba. Para tanto, foram utilizadas plântulas, plantas adultas e plantas com flores e/ou frutos das espécies.

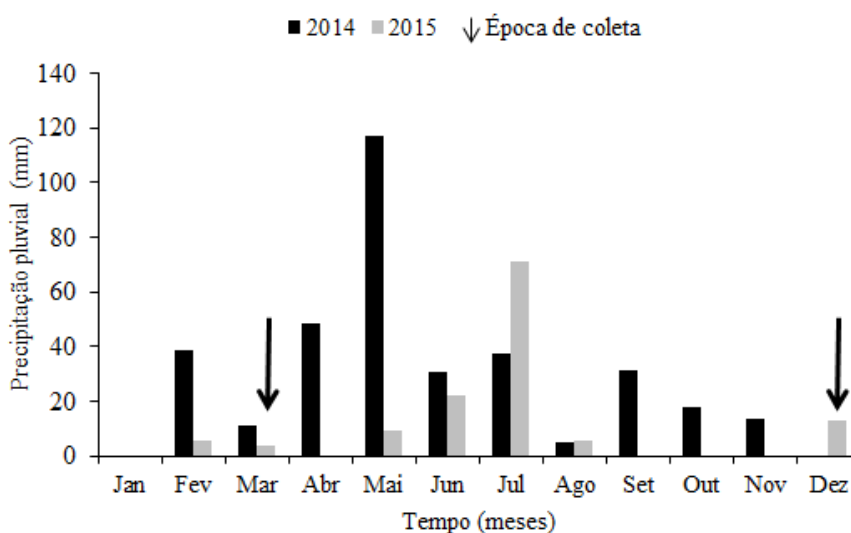
### **2.5. Estrutura fitossociológica e informações complementares**

A estrutura fitossociológica foi avaliada pelo cálculo da densidade absoluta e relativa (MÜELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974). Para avaliar a diversidade florística e a equabilidade foram utilizados o índice de Shannon- Weaver ( $H'$ ) e o índice de Pielou ( $J'$ ) (MAGURRAN, 1988), respectivamente. Ambos os parâmetros foram calculados por meio do *software* Mata Nativa 2.0<sup>®</sup> (CIENTEC, 2002). A frequência das famílias botânicas, espécies e

suas formas de vida também foram determinadas para cada coleta, assim como a densidade de sementes do solo, obtida a partir da razão entre o número de plântulas emergidas pela área total de solo abrangido em cada coleta, com resultados expressos em sementes por metro quadrado (sem m<sup>-2</sup>).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados da Figura 2 é possível observar que a estação chuvosa concentrou-se nos meses de maio, junho e julho e que no ano de 2014 o acumulado pluviométrico foi de 351,6 mm, enquanto em 2015, o valor correspondeu a 129,5 mm. No período de coleta das amostras do banco de sementes do solo (março e dezembro de 2015) verificou-se, respectivamente, 3,4 e 12,8 mm. A maior precipitação registrada em 2014 pode ter favorecido a reprodução, produção e dispersão de sementes das espécies na área de estudo, culminando no maior número de sementes viáveis no início do ano de 2015 quando comparado com a coleta de solo no final do mesmo ano.



**Figura 2.** Precipitação pluvial acumulada (mm mês<sup>-1</sup>) de janeiro a dezembro nos anos de 2014 e 2015 no município de Boa Vista - PB (AESAs, 2017).

Nas duas coletas foi amostrada uma área de 4 m<sup>2</sup>, um volume de 0,12 m<sup>3</sup> de solo e foram registradas 4.045 e 1.162 plantas na primeira e segunda coleta, respectivamente, o que resultou em uma densidade de 2.022 e 581 sementes m<sup>-2</sup>. A irregularidade na precipitação



sazonal e anual pode determinar o quantitativo de sementes que chega ao solo, influenciando sobremaneira na sua densidade (COSTA e ARAÚJO, 2003; SANTOS et al., 2015).

A diminuição do número de sementes na segunda coleta (dezembro de 2015 - antes da dispersão de *S. obtusifolium* e cinco meses após o fim da estação chuvosa) pode ser um reflexo da baixa precipitação acumulada no ano de 2015, com consequências negativas sobre a expressão do banco de plântulas da área, implicando em alterações na eficiência de dispersão e consequente deposição de sementes no solo.

Essa constatação é reforçada pelo que foi relatado por Souza (2016) que ao avaliar a composição do banco de sementes em área de Caatinga no final das estações seca e chuvosa verificou que ao final da estação chuvosa, os valores da densidade do banco de sementes foram menores em relação à estação seca. O mesmo autor atribuiu essa observação ao recrutamento destas sementes para o banco de plântulas, uma vez que na Caatinga a emergência de plântulas ocorre na estação chuvosa (SILVA et al., 2013), enquanto dispersam na estação seca. Além disso, Silva (2009) enfatizou que o tempo em que ocorre a dispersão e o recrutamento de plântulas influencia na riqueza de espécies do banco de sementes. Em uma área semiárida da Espanha Central a riqueza de espécies foi maior após a dispersão das sementes e menor após o período de emergência de plântulas (CABALLERO et al., 2005).

Dentre as plantas emergidas foram reconhecidos 55 espécies e 49 gêneros pertencentes a 23 famílias botânicas, com predominância de indivíduos do estrato herbáceo (emergência de 4.505 indivíduos), plantas com hábito subarbustivo (emergência de 669 indivíduos), volúveis (26 indivíduos) e árvores (7 indivíduos). (Tabela 1). O predomínio de espécies herbáceas no banco de sementes do solo está diretamente relacionado com o seu ciclo anual, assim como por sua eficiência na produção e dispersão de sementes, resultando na manutenção do estoque do solo e garantindo a sobrevivência dessas espécies pela germinação de sementes, emergência e estabelecimento dos indivíduos em condições favoráveis (RIBEIRO et al., 2017). Essas espécies também têm a capacidade de ocupar o solo horizontalmente de forma mais rápida, auxiliando na redução de impactos em áreas desprovidas e/ou com pouca vegetação (ARAÚJO et al., 2014).

O maior número de indivíduos, considerando as duas coletas de solo, foi obtido para as espécies *Tragus berteronianus* Schult. (Poaceae) com 1.559; *Eragrostis ciliaris* (L.) R.Br. (Poaceae) com 582; *Chloris barbata* Sw. (Poaceae) com 429; *Cyperus squarrosus* L. (Cyperaceae) com 277 e *Portulaca elatior* Mart. ex Rohrb. (Portulacaceae) com 245 indivíduos (Tabela 1). A reduzida abundância e riqueza florística do banco de sementes de uma área de Caatinga foi atribuída por Medeiros et al. (2015) a uma provável interferência da

reduzida precipitação e má distribuição das chuvas sobre a produção de sementes de algumas espécies.

**Tabela 1.** Composição florística registrada no banco de sementes em duas coletas de solo em uma área localizada no município de Boa Vista - PB com a ocorrência da espécie *Sideroxylon obtusifolium*.

<b>Famílias/Espécies</b>	<b>Hábito</b>	<b>NTI</b>	<b>NI</b>		<b>DA</b>		<b>DR</b>	
			1ª C	2ª C	1ª C	2ª C	1ª C	2ª C
<b>Aizoaceae</b>								
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	Erva	1	1	0	1	-	0,0247	-
<b>Amaranthaceae</b>								
<i>Alternanthera tenella</i> Colla	Erva	87	62	25	31	13	1,5328	2,1515
<i>Froelichia humboldtiana</i> (Roem. & Schult.) Seub.	Subarbusto	11	1	10	1	5	0,0247	0,8606
<b>Asteraceae</b>								
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	Erva	44	35	9	18	5	0,8653	0,7745
<i>Conocliniopsis prasiifolia</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	Erva	11	11	0	6	-	0,2719	-
<i>Delilia biflora</i> (L.) Kuntze	Erva	5	5	0	3	-	0,1236	-
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. ex Wight	Erva	1	1	0	1	-	0,0247	-
<i>Lagascea mollis</i> Cav.	Subarbusto	1	1	0	1	-	0,0247	-
<b>Boraginaceae</b>								
<i>Euploca procumbens</i> (Mill.) Diane & Hilger	Erva	7	0	7	0	4	0	0,6024
<i>Heliotropium elongatum</i> (Lehm.) I.M.Johnst.	Subarbusto	50	22	28	11	14	0,5439	2,4096
<b>Commelinaceae</b>								
<i>Callisia filiformis</i> (M.Martens & Galeotti) D.R.Hunt	Erva	48	44	4	22	2	1,0878	0,3442
<i>Commelina</i> sp.	Erva	438	380	58	190	29	9,3943	4,9914
<b>Convolvulaceae</b>								
<i>Evolvulus glomeratus</i> Nees & Mart.	Subarbusto	214	151	63	76	32	3,733	5,4217

Continua...

**Cyperaceae**

<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	Erva	1	0	1	0	1	0	0,0861
<i>Cyperus compressus</i> L.	Erva	1	1	0	1	0	0,0247	0
<i>Cyperus squarrosus</i> L.	Erva	277	271	6	136	3	6,6996	0,5164
<i>Cyperus</i> sp.	Erva	6	4	2	2	1	0,0989	0,1721

**Euphorbiaceae**

<i>Croton hirtus</i> L'Hér.	Subarbusto	1	1	0	1	0	0,0247	0
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Erva	136	136	0	68	0	3,3622	0
<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	Erva	13	7	6	4	3	0,1731	0,5164

**Fabaceae**

<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	Volúvel	4	4	0	2	0	0,0989	0
<i>Centrosema pascuorum</i> Mart. ex Benth.	Volúvel	22	22	0	11	0	0,5439	0
<i>Chamaecrista diphylla</i> (L.) Greene	Erva	1	1	0	1	0	0,0247	0
<i>Chamaecrista supplex</i> (Mart. ex Benth.) Britton & Rose ex Britton & Killip	Subarbusto	1	0	1	0	1	0	0,0861
<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.	Subarbusto	24	23	1	12	1	0,5686	0,0861
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	Subarbusto	122	75	47	38	24	1,8541	4,0448
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Árvore	7	6	1	3	1	0,1483	0,0861
<i>Senna uniflora</i> (Mill.) H.S.Irwin & Barneby	Subarbusto	3	2	1	1	1	0,0494	0,0861
<i>Zornia latifolia</i> Sm.	Subarbusto	5	2	3	1	2	0,0494	0,2582

**Gentianaceae**

Continua...

<i>Schultesia guianensis</i> (Aubl.) Malme var. <i>guianensis</i>	Erva	1	1	0	1	0	0,0247	0
<b>Lamiaceae</b>								
<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	Erva	24	24	0	12	0	0,5933	0
<b>Lythraceae</b>								
<i>Cuphea campestris</i> Koehne	Subarbusto	1	1	0	1	0	0,0247	0
<b>Malvaceae</b>								
<i>Sida galheirensis</i> Ulbr.	Subarbusto	56	48	8	24	4	1,1867	0,6885
<i>Sida</i> sp.	Subarbusto	1	1	0	1	0	0,0247	0
<i>Sidastrum paniculatum</i> (L.) Fryxell	Subarbusto	9	9	0	5	0	0,2225	0
<i>Waltheria rotundifolia</i> Schrank	Subarbusto	4	1	3	1	2	0,0247	0,2582
<b>Molluginaceae</b>								
<i>Mollugo verticillata</i> L.	Erva	213	167	46	84	23	4,1286	3,9587
<b>Nyctaginaceae</b>								
<i>Boerhavia erecta</i> L.	Erva	2	1	1	1	1	0,0247	0,0861
<b>Oxalidaceae</b>								
<i>Oxalis divaricata</i> Mart. ex Zucc.	Subarbusto	8	6	2	3	1	0,1483	0,1721
<b>Phytolaccaceae</b>								
<i>Microtea paniculata</i> Moq.	Erva	10	10	0	5	0	0,2472	0
<b>Plantaginaceae</b>								
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Subarbusto	2	2	0	1	0	0,0494	0
<i>Stemodia maritima</i> L.	Subarbusto	8	1	7	1	4	0,0247	0,6024

Continua...

<b>Poaceae</b>								
<i>Aristida setifolia</i> Kunth	Erva	227	213	14	107	7	5,2658	1,2048
<i>Chloris barbata</i> Sw.	Erva	429	337	92	169	46	8,3313	7,9174
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Erva	107	32	75	16	38	0,7911	6,4544
<i>Digitaria bicornis</i> (Lam.) Roem. & Schult.	Erva	31	30	1	15	1	0,7417	0,0861
<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R.Br.	Erva	582	434	148	217	74	10,729	12,737
<i>Tragus berteronianus</i> Schult.	Erva	1559	1131	428	566	214	27,96	36,833
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster	Erva	8	7	1	4	1	0,1731	0,0861
<b>Portulacaceae</b>								
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Erva	11	11	0	6	0	0,2719	0
<i>Portulaca elatior</i> Mart. ex Rohrb.	Erva	245	201	44	101	22	4,9691	3,7866
<b>Rubiaceae</b>								
<i>Diodella teres</i> (Walter) Small	Subarbusto	48	40	8	20	4	0,9889	0,6885
<i>Mitracarpus baturitensis</i> Sucre	Subarbusto	66	60	6	30	3	1,4833	0,5164
<i>Richardia scabra</i> L.	Subarbusto	2	2	0	1	0	0,0494	0
<b>Solanaceae</b>								
<i>Schwenckia americana</i> Rooyen ex L.	Subarbusto	1	0	1	0	1	0	0,0861
<i>Solanum agrarium</i> Sendtn.	Subarbusto	3	2	1	1	1	0,0494	0,0861
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Subarbusto	3	1	2	1	1	0,0247	0,1721
<b>Verbenaceae</b>								
<i>Stachytarpheta angustifolia</i> (Mill.) Vahl	Erva	4	3	1	2	1	0,0742	0,0861

Continua...

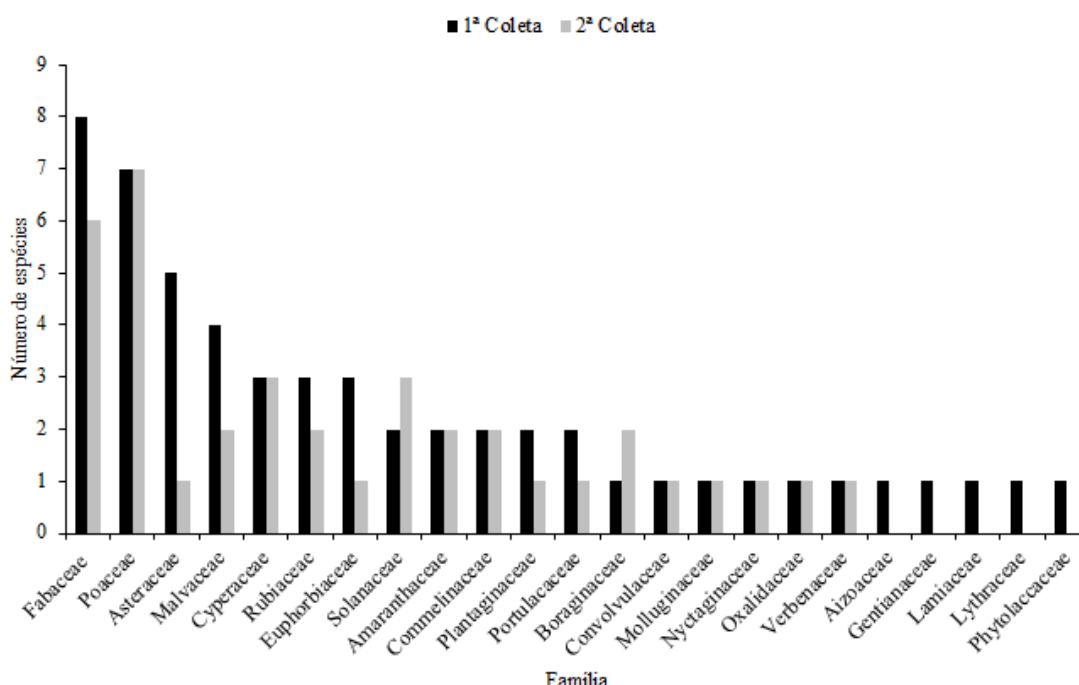
---

<b>Total</b>	-	4045	1162	5207
--------------	---	------	------	------

---

NTI = número total de indivíduos; NI = número de indivíduos; DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa.

O número de espécies por família botânica de cada coleta de solo está representado na Figura 3, sendo possível observar que a quantidade de indivíduos que emergiu diferiu entre as espécies, com variação em função do período de coleta do solo. Na primeira coleta o maior número de espécies foi da família Fabaceae (oito espécies), Poaceae (sete espécies) e Asteraceae (cinco espécies). Nas duas coletas, para as famílias Convolvulaceae, Molluginaceae, Nyctaginaceae, Oxalidaceae e Verbenaceae ocorreu apenas uma espécie. O maior número de espécies na segunda coleta de solo foi constatado na Família Poaceae (sete espécies) seguida da Família Fabaceae (seis espécies), enquanto nas demais famílias houve menos de quatro espécies. Ainda na referida coleta não foram identificadas espécies nas famílias: Aizoaceae, Gentianaceae, Lamiaceae, Lythraceae e Phytolaccaceae.

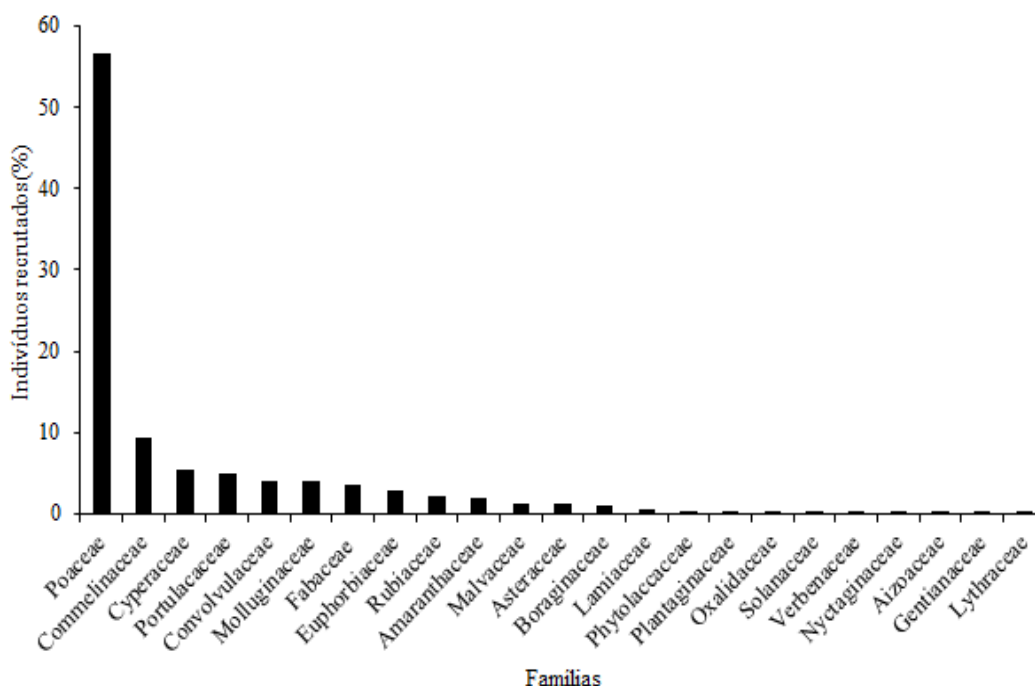


**Figura 3.** Número de espécies por família botânica presentes no banco de sementes do solo oriundo de duas coletas em uma área de Caatinga com ocorrência de *Sideroxylon obtusifolium*, no município de Boa Vista - PB.

A maioria dos indivíduos recrutados, considerando as duas coletas de solo, foi das famílias Poaceae, com 2.943 indivíduos (56,52%), Commelinaceae, com 486 indivíduos (9,33%), Cyperaceae, com 285 indivíduos (5,47%) e Portulacaceae, com 256 indivíduos (4,9%) (Figura 4). Embora a família Fabaceae tenha sido uma daquelas com o maior número de espécies, a quantidade de indivíduos contabilizados correspondeu a 189 (3,62%). Esses resultados demonstram que o recrutamento da quantidade de indivíduos nas famílias botânicas



foi discrepante em comparação com a família Poaceae, sendo um indicativo de uma baixa diversidade dessa família.



**Figura 4.** Porcentagem do número total de indivíduos recrutados por família botânica no banco de sementes do solo oriundo de duas coletas em uma área de Caatinga com ocorrência de *Sideroxylon obtusifolium*, no município de Boa Vista - PB.

No banco de sementes da área de estudo não foi constatada a presença de indivíduos de *S. obtusifolium*, mesmo com um dos períodos de coleta sendo durante a dispersão de frutos e sementes da espécie (mês de março de 2015). Esse fato pode estar relacionado tanto com a dormência tegumentar das sementes de *S. obtusifolium* (REBOUÇAS et al., 2012), assim como pelo tipo de dispersão predominante (zoocórica) (KIILL; MARTINS; SILVA, 2012; LIMA e MELO, 2015). Cabe destacar que, nas regiões áridas e semiáridas, existe uma alta taxa de predação e/ou remoção das sementes das espécies vegetais e que, além disso, a precipitação influencia diretamente a produção de frutos e, conseqüentemente, no estoque de sementes no solo (BRITO e ARAÚJO, 2009). Os mesmos autores enfatizaram que as pesquisas voltadas para avaliação do banco de sementes na Caatinga têm duração de seis a oito semanas, que pode ser insuficiente para a germinação de sementes e emergência das plântulas de espécies que possuem dormência, a exemplo da *S. obtusifolium*.

Em locais antropizados da Caatinga, a exemplo da área de estudo, principalmente os caprinos e bovinos atuam no processo de dispersão das sementes de espécies como a quixabeira (*S. obtusifolium*), que se alimentam dos frutos e depositam as sementes distantes

da planta mãe. No entanto, também podem se alimentar das plântulas que surgem devido ao processo de regeneração natural, uma vez que são considerados animais generalistas, ingerindo os mais diversos órgãos das plantas de quase toda a vegetação existente na área de pastagem (SENA, 2015).

Embora haja o entendimento de que a passagem de sementes de algumas espécies vegetais pelo sistema digestório dos animais possa quebrar a dormência, não há informações na literatura nesse sentido para a espécie *S. obtusifolium*. Contudo, sabe-se que a presença de caprinos e bovinos em áreas de Caatinga também contribui para a disseminação de espécies exóticas invasoras a exemplo da algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.]. Ao se alimentarem das vagens de *P. juliflora*, a ação do aparelho digestório de caprinos e bovinos quebram a dormência dessas sementes, fato favorecido pelo potencial de disseminação que esses animais têm ao depositarem as sementes em locais propícios para propagação da espécie (FRANCO, 2008).

Nos dois períodos da coleta de solo verificou-se no banco de sementes a presença de sete indivíduos de algaroba (*P. juliflora*). Embora a densidade relativa dessa espécie tenha sido de 0,1483 e 0,0861% na primeira e segunda coletas, respectivamente, a mesma merece atenção devido ao seu elevado potencial invasivo no ecossistema Caatinga, o que concorda com relatos de Pegado et al. (2006). Essa constatação evidencia que a área de estudo está vulnerável a espécies vegetais oportunistas, as quais podem ser extremamente agressivas, suprimindo a flora autóctone com consequências severas à diversidade (ANDRADE; FABRICANTE; OLIVEIRA, 2009).

Em ecossistemas alterados, a diminuição no número de sementes do solo depende do tipo de impacto sofrido, assim como o nível de sua intensidade, resultando numa menor quantidade de sementes com o aumento da degradação (KASSAHUN; SNYMAN; SMIT, 2009; ARAÚJO et al., 2014). Nesses ambientes fragilizados, as espécies exóticas invasoras encontram condições propícias para se proliferarem, pois são dotadas de características que as colocam em vantagem competitiva em relação às espécies nativas, como a precocidade e alta taxa de crescimento relativo, elevada produção de flores, frutos e sementes por planta, além de sementes de fácil dispersão, alto percentual de germinação e alto grau de longevidade no solo (FONTES et al., 2003).

Analisando o Índice de Diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) verificou-se a maior diversidade de espécies na primeira coleta do solo ( $H' = 2,63$ ), entretanto, esse valor não foi discrepante do obtido na segunda coleta ( $H' = 2,36$ ). A uniformidade na distribuição dos indivíduos nas amostras medida pelo Índice de Equabilidade de Pielou ( $e'$ ) foi numericamente

próxima nas duas coletas, correspondendo a 0,66e' e 0,65e' na primeira e segunda coletas, respectivamente.

Esses valores são baixos quando comparados com o Índice de Diversidade de Shannon-Weaver e de Equabilidade de Pielou em uma área de Caatinga relativamente conservada no município de Ibaretama, Estado do Ceará, os quais foram de 3,03 e 0,71, respectivamente (SOUSA et al., 2017). Os mesmos autores enfatizaram que o baixo valor de diversidade pode ocorrer quando há um grande número de indivíduos em um pequeno número de espécies, fato esse observado no presente trabalho. Os resultados obtidos para Equabilidade indicaram a variação na quantidade de indivíduos de cada espécie, o que justifica a grande quantidade de indivíduos recrutados na família Poaceae em comparação às demais famílias.

#### 4. CONCLUSÃO

O banco de sementes da área de estudo é constituído predominantemente por espécies herbáceas anuais, com ciclo biológico curto e não se constata a presença de plântulas de *S. obtusifolium*, independentemente dos dois períodos de coleta. Esse fato pode está relacionado com a dormência imposta pelo tegumento das sementes da espécie e ao consumo de frutos e sementes por animais.

A presença da espécie exótica *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. é um indicativo da vulnerabilidade da área ao processo de invasão biológica por espécies vegetais, sendo indispensáveis medidas que visem o seu manejo, recuperação e conservação.

As informações obtidas nessa pesquisa servem de base para comparação com outros trabalhos desenvolvidos em áreas de Caatinga, pois as informações disponíveis na literatura são poucas diante das dimensões do referido bioma.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarMesesChuvaisMensais>>. Acesso em: 28.dez.2017.

ALBUQUERQUE, U.P.; SOLDATI, G.T.; SIEBER, S.S.; LINS NETO, E.M.F.; SÁ, J.C.; SOUZA, L.C. Use and extraction of medicinal plants by the Fulni-ô indians in northeastern Brazil - implications for local conservation. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v.11, n.2, p.309-320, 2011.

ALVARENGA, A.P.; PEREIRA, I.M.; PEREIRA, S.A. Avaliação do banco de sementes do solo, como subsídios para recomposição de mata ciliar, no entorno de duas nascentes na região de Lavras - MG. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, ano V, n.9, p.1-15, 2006.

ALVES JUNIOR, F.T.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, J.A.A.; MARANGON, L.C.; CESPEDES, G.H.G. Regeneração natural de uma área de Caatinga no sertão Pernambucano, Nordeste do Brasil. **Cerne**, Lavras, v.19, n.2, p.229-235, 2013.

ANDRADE, A.L.P. **Caracterização da chuva e do banco de sementes do solo em fisionomias campestres no sul do Brasil**. 2015. 137f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ANDRADE, L.A.; FABRICANTE, J.R.; OLIVEIRA, F.X. Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da Caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.23, n.4, p.935-943, 2009.

AQUINO, P.; FIGUEREDO, F.G.; PEREIRA, N.; NASCIMENTO, E.; MARTIN, A.; VERAS H.; OLIVEIRA, C.; FERREIRA, S.; LEANDRO, L.; SILVA, M.; MENEZES, I. Avaliação da atividade anti-inflamatória tópica e antibacteriana do extrato metanólico das folhas de *Sideroxylon obtusifolium*. **Acta Biológica Colombiana**, Bogotá, v.21, n.1, p.131-140, 2016.

ARAÚJO, V.K.R.; SANTOS, D.M.; SANTOS, J.M.F.F.; SILVA, K.A.; SOUZA, D.N.N.; ARAÚJO, E.L. Influência do status da floresta e da variação sazonal sobre o banco de sementes no semiárido brasileiro. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v.8, n.1, p.136-149, 2014.

BARBOSA, L.M. **Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo**: matas ciliares do interior paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. 128p.

BELTRÃO, A.E.S.; TOMAZ, A.C.A.; BELTRÃO, F.A.S.; MARINHO, P. *In vitro* biomass production of *Sideroxylon obtusifolium* (Roem & Schult). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.18, (supl.), p.696-698, 2008.

BRANCALION, P.H.S.; LOYOLA, L.C.G.R.; RODRIGUES, R.R.; PILLAR, V.D.; LEWINSOHN, T.M. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza e Conservação**, Goiânia, v.14, (supl.), p.1-15, 2012.

BRANDÃO, J.F.C.; MARTINS, S.V.; BRANDÃO, I.J. Potencial de regeneração de uma área invadida por *Pteridium aquilinum* no Parque Nacional do Caparaó. **Revista Floresta**, Curitiba, v.46, n.4, p.543-552, 2016.

BRITO, L.B.M.; ARAÚJO, F.S. Banco de sementes de *Cordia oncocalyx* Allemão em uma área de caatinga sobre planossolo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.2, p.206-212, 2009.

BROWN, D. Estimating the composition of a forest seed bank: a comparison of the seed extraction and seedling emergence methods. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.70, n.8, p.1603-1612, 1992.

CABALLERO, I.; OLANO, J.M.; LUZURIAGA, A.L.; ESCUDERO, A. Spatial coherence between seasonal seed banks in a semi-arid gypsum community: density changes but structure dos not. **Seed Science Research**, Cambridge, v.15, n.2, p.153-160, 2005.

CIENTEC - CONSULTORIA E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS LTDA. **Mata Nativa: Sistema para análise fitossociológica e elaboração de planos de manejo de florestas nativas**. São Paulo, 2002. 126p.

COSTA, R.C.; ARAÚJO, F.S. Densidade, germinação e flora do banco de sementes no solo, no final da estação seca, em uma área de caatinga, Quixadá, CE. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.17, n.2, p.259-264, 2003.

DANIEL, O.; JANKAUSKIS, J. Avaliação de metodologia para o estudo do estoque de sementes do solo. **Série IPEF**, Piracicaba, n.41/42, p.18-26, 1989.

DEMINICIS, B.B.; VIEIRA, H.D.; ARAÚJO, S.A.C.; JARDIM, J.G.; PÁDUA, F.T.; CHAMBELA NETO, A. Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v.58, n.1, p.35-58, 2009.

EVANGELISTA, A.R.S. O processo de desmatamento do bioma Caatinga: riscos e vulnerabilidades socioambientais no território de identidade do sisal, Bahia. **Revista Geográfica de América Central**, Heredia, v.2, n.47E, p.1-13. 2011.

FERREIRA, J.V.A.; MEIADO, M.V.; SIQUEIRA FILHO, J.A. Morfometria dos frutos e respostas germinativas de *Godmania dardanoi* (J.C. Gomes) A.H. Gentry (Bignoniaceae) sob a influência de diferentes fatores abióticos. **Gaia Scientia**, local, v.11, n.4, p.37-44, 2017.

FONTES, J.R.A.; SHIRATSUSHI, L.S.; NEVES, J.L.; JULIO, L.; SODRÉ FILHO, J. **Manejo integrado de plantas daninhas**. Documento 103 - Embrapa Cerrados. Planaltina - DF, 2003. 48p.

FRANCO, E.S. **Os discursos e contra-discursos sobre a algarobeira (*Prosopis* sp) no Cariri Paraibano**. 2008. 97f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Capina Grande, 2008.

GAMA, J.R.V.; BOTELHO, S.A.; BENTES-GAMA, M.M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.5, p.559-566, 2002.

GONÇALVES, G.S.; ANDRADE, L.A.; XAVIER, K.R.F.; OLIVEIRA, L.S.B.; MOURA, M.A. Estudo do banco de sementes do solo em uma área de Caatinga invadida por *Parkinsonia aculeata* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.9, n.4, p.428-436, 2011.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo, Universidade de São Paulo, FAPESP, 2004. p.249-269.

KASSAHUN, A.; SNYMAN, H.A.; SMIT, G.N. Soil seed bank evaluation along a degradation gradient in arid rangelands of the Somali region, eastern Etiopia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, [S.l.], v.129, n.4, p.428-436, 2009.

KIILL, L.H.P.; MARTINS, C.T.V.D.; SILVA, P.P. **Morfologia e dispersão dos frutos de espécies da Caatinga ameaçadas de extinção**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. 23p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 97).

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Econômica. México, 1948. 479p.

LAZZARI, L.; GEORGIN, J.; BORBA, W.F. Análise do banco de sementes do solo na floresta estacional decidual do Alto Uruguai - RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v.19, n.2, p.1462-1471, 2015.

LEAL, I.R.; VIVENTE, A.; TABARELLI, M. Herbivoria por caprinos na Caatinga da região de Xingó: uma análise preliminar. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife, UFRPE, 2003. . p.695-715.

LEANDRO, L.M.G.; AQUINO, P.E.A.; MACEDO, R.O.; RODRIGUES, F.F.G.; GUEDES, T.T.A.M.; FRUTUOSO, A.D.; COUTINHO, H.D.M.; BRAGA, J.M.A.; RIBEIRO, T.R.G.; MATIAS, E.F.F. Avaliação da atividade antibacteriana e modulatória de extratos metanólico e hexânico da casca de *Sideroxylon obtusifolium*. **Revista E-Ciência**, Juazeiro do Norte, v.1, n.1, p.1-13, 2013.

LIMA, B.G.; COELHO, M.F.B.; OLIVEIRA, O.F. Caracterização florística de duas áreas de Caatinga na região centro-sul do Ceará, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.2, p.277-296, 2012.

LIMA, E.A.; MELO, J.I.M. Biological spectrum and dispersal syndromes in an area of the semiarid region of north-eastern Brazil. **Acta Scientiarum Biological Science**, Maringá, v.37, n.1, p.91-100, 2015.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil**: nativas e exóticas. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 544p.

LOUSADA, L.L.; ESTEVES, B.S. Banco de sementes de plantas daninhas em áreas de cana-de-açúcar no norte Fluminense. **Revista FIMCA**, Rondônia, v.4, n.1, p.49-58, 2017.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton University Press, Princeton. 1988. 179p.

MEDEIROS, J.X.; SILVA, G.H.; RAMOS, T.M.; OLIVEIRA, R.B.; NÓBREGA, A.M.F. Composição e diversidade florística de banco de sementes em solo de área de Caatinga. **Holos**, Natal, v.8, n.31, p.3-14, 2015.

MEIADO, M.V. Banco de sementes no solo da Caatinga, uma Floresta Tropical Seca no Nordeste do Brasil. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.24, n.3, p.39-43, 2014.

MONACO, L.M.; MESQUITA, R.C.G.; WILLIAMSON, G.B. banco de sementes de uma floresta secundária amazônica dominada por *Vismia*. **Acta Amazonica**, Manaus, v.33, n.1, p.41-52, 2003.

MONQUERO, P.A.; SILVA, A.C. Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. **Pesquisa e Tecnologia**, São Bernardo do Campo, v.2, n.2, p.1-8, 2005.

MÜELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Willey and Sons. 1974. 337p.

PAZ, G.V.; SILVA, K.A.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S. Banco de sementes em áreas de Caatinga com diferentes graus de antropização. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v.1, n.1, p.61-69, 2016.

PEREIRA JÚNIOR, L.R.; ANDRADE, A.P.; ARAÚJO, K.D.; BARBOSA, A.S.; BARBOSA, F.M. Espécies da Caatinga como Alternativa para o Desenvolvimento de Novos Fitofármacos. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.21, n.4, p.509-520, 2014.

PEREIRA, J.V.; FREIRES, I.A.; CASTILHO, A.R.; CUNHA, M.G.; ALVES, H.S.; ROSALEN, P.L. Antifungal potential of *Sideroxylon obtusifolium* and *Syzygium cumini* and their mode of action against *Candida albicans*. **Pharmaceutical Biology**, London, v.54, n.10, p.2312-2319, 2016.

PERES, M. A.; PINTO, L. V. A.; LOURES, L. Avaliação dos bancos de semente do solo de fragmentos florestais de mata estacional semidecidual clímax e secundárias e seu potencial em recuperar áreas degradadas. **Revista Agrogeoambiental**, Roraima, v.1, n.2, p. 121-133, ago. 2009.



PEGADO, C.M.A.; 1,5, ANDRADE, L.A.; FÉLIX, L.P.; e PEREIRA, I.M. Efeitos da invasão biológica de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.20, n.4, p.887-898, 2006.

REBOUÇAS, A.C.M.N.; MATOS, V.P.; FERREIRA, R.L.C.; SENA, L.H.M.; SALES, A.G.F.A.; FERREIRA, E.G.B.S. Métodos para superação da dormência de sementes de quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.22, n.1, p.183-192, 2012.

RIBEIRO, T.O.; BAKKE, I.A.; SOUTO, P.C.; BAKKE, O.A.; LUCENA, D.S. Diversidade do banco de sementes em diferentes áreas de caatinga manejadas no semiárido da Paraíba, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.27, n.1, p.203-213, 2017.

SANTOS, D.M.; SANTOS, J.M.F.F.; SOUZA, D.N.N.; ANDRADE, J.R.; SILVA, K.A.; ANDRADE, W.M.; ARAÚJO, E.L. O que mais influencia a densidade do banco de sementes do solo de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (Cactaceae): variação espacial ou temporal? **Gaia Scientia**, João Pessoa, v.9, n.2, p.167-174, 2015.

SANTOS, D.M.; SILVA, K.A.; SANTOS, J.M.F.F.; LOPES, C.G.R.; PIMENTEL, R.M.M.; ARAÚJO, E.L. Variação espaço-temporal do banco de sementes em uma área de floresta tropical seca (Caatinga) - Pernambuco. **Revista de Geografia**, Recife, v.27, n.1, p.234-253, 2010.

SENA, F.H. **Dispersão de sementes por caprinos em áreas de Caatinga**. 2015. 81f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

SENA, F.H.; LUSTOSA, B.M.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (Fabaceae). **Gaia Scientia**, João Pessoa, v.11, n.4, p.1-8, 2017.

SILVA, A.C.C.; PRATA, A. P.N.; MELLO, A.A.; SANTOS, A.C.A.S. Síndromes de dispersão de Angiospermas em uma Unidade de Conservação na Caatinga, SE, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v.40, n.4, p.601-609, 2013.

SILVA, K.A. **Banco de sementes (lenhosas e herbáceas) e dinâmica de quatro populações herbáceas em uma área de Caatinga em Pernambuco**. 2009. 134f. Tese (Doutorado em Botânica) - Departamento de Biologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SILVA, K.A.; SANTOS, D.M.; SANTOS, J.M.F.F.; ALBUQUERQUE, U.P.; FERRAZ, E.M.N.; ARAÚJO, E.L. Spatio-temporal variation in a seed bank of a semi-arid region in northeastern Brazil. **Acta Oecologica**, [S.l.], v.46, n.1, p.25-32, 2013.

SILVA, K.B. Qualidade fisiológica de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) Penn. classificadas pelo tamanho. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.13, n.1, p.1-4, 2015.

SILVA, K.S.T.; ALMEIDA, A.M.; SILVA, T.S.F. Influência de determinantes ambientais na vegetação da Caatinga. **Sociedade e Território**, Natal, v.29, n.1, p.183-198, 2017.

SOUSA, F.Q.; ANDRADE, L.A.; SILVA, P.C.C.; SOUZA, B.C.Q.; XAVIER, K.R.F. Banco de sementes do solo de Caatinga invadida por *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.12, n.2, p.220-226, 2017.

SOUSA, R.F.; BARBOSA, M.P.; GUIMARÃES, C.L.; CARVALHO, A.P. Avaliação das classes de cobertura vegetal e mapeamento do uso atual dos solos no município de Itaporanga - PB. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.4, n.1, p.80-88, 2007a.

SOUSA, R.F.; BARBOSA, M.P.; SOUSA JÚNIOR, S.P.; NERY, A.R.; LIMA, A.N. Estudo da evolução espaço-temporal da cobertura vegetal do município de Boa Vista-PB, utilizando geoprocessamento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.3, p.22-30, 2008.

SOUSA, R.F.; BARBOSA, M.P.; TERCEIRO NETO, C.P.C.; MORAIS NETO, J.M.; SOUSA JÚNIOR, S.P. Estudo da degradação das terras do município de Boa Vista - Paraíba. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.4, n.2, p.5-13, 2007b.

SOUZA, B.I.; SUERTEGARAY, D.M.A.; LIMA, E.R.V. Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri paraibano. **Mercator**, Fortaleza, v.8, p.217-232, 2009.

SOUZA, L.G.F. **Efeito de ações antrópicas sobre o banco de sementes de uma mata ciliar em floresta tropical sazonal seca (Caatinga)**. 2016. 52f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

TRAVASSOS, I.S.; SOUZA, B.I. Solos e desertificação no sertão paraibano. **Cadernos do Logepa**, João Pessoa, v.6, n.2, p.101-114, 2011.

***CAPÍTULO IV*****PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.)  
T.D.Penn. EM DIFERENTES SUBSTRATOS**

## **PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. EM DIFERENTES SUBSTRATOS**

### **RESUMO**

A espécie *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn., pertencente à família Sapotaceae, é nativa da Caatinga e, atualmente, algumas de suas populações estão cada vez mais escassas. Os estudos direcionados para a obtenção de mudas de espécies florestais utilizando resíduos industriais como componentes de substratos tem sido alvo de algumas pesquisas, entretanto, há carência de informações para grande parte das espécies, a exemplo de *S. obtusifolium*. Neste trabalho, o objetivo foi avaliar o crescimento de mudas de *S. obtusifolium* em diferentes composições de substratos. O experimento foi realizado seguindo um delineamento experimental de blocos ao acaso em ambiente protegido pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia-PB. Os substratos avaliados foram formulados a partir da mistura de areia lavada (75-100%), terra de subsolo (75-100%), rejeito da indústria de caulim (50-100%) e substrato comercial Basaplant<sup>®</sup>, totalizando 13 tratamentos. As plantas foram mensuradas 195 dias após o transplântio para as variáveis altura de plantas, diâmetro do colo, relação altura/diâmetro do colo, número de ramos, comprimento da raiz, massa seca da parte aérea e raízes, massa seca total, relação massa seca da parte aérea/raízes e índice de qualidade de Dickson. O rejeito de caulim e o esterco bovino podem ser utilizados na composição de substratos para a produção de mudas de *S. obtusifolium*, sendo o substrato formulado com terra de subsolo (55%) + areia lavada (20%) + rejeito de caulim (20%) + EB (5%) o recomendado para a produção de mudas da espécie. Dentre os substratos avaliados, aquele composto por terra de subsolo 100% (S<sub>1</sub>) e terra de subsolo associada apenas com areia lavada (S<sub>3</sub>) não são adequados porque não favorecem a obtenção de mudas vigorosas.

**Palavras-chave:** quixabeira; espécie florestal; fontes alternativas.

## SEEDLING PRODUCTION OF *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. IN DIFFERENT SUBSTRATES

### ABSTRACT

The species *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn., belongs to the Sapotaceae family, is native to the Caatinga, and currently some of its populations are going through an increasingly scarcity. Studies focused in the obtaining of seedlings of forest species using industrial residues as components of substrates have been the subject of some research, however, there is lack of information for many species, including for *S. obtusifolium*. The objective of this study was to evaluate the growth of *S. obtusifolium* seedlings in different substrate composition. The experiment was carried out in a randomized block design in a protected environment located at the Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB. The substrates evaluated were formulated from the mixture of washed sand (75-100%), subsoil (75-100%), kaolin waste (50-100%) and Basaplant<sup>®</sup> commercial substrate, totaling 13 treatments. The plants were measured 195 days after transplanted for the following variables: plant height, stem diameter, height/stem diameter ratio, number of branches, root length, shoot and root dry matter, total dry matter, dry matter ratio of shoot/roots and Dickson quality index. The kaolin waste and bovine manure can be used in the composition of the substrates for the production of *S. obtusifolium* seedlings, the substrate formulated with subsoil soil (55%) + washed sand (20%) + kaolin waste (%) + EB (5%) is recommended for the production of seedlings of this species. Among the substrates evaluated, that composed of 100% subsoil soil (S<sub>1</sub>) and subsoil soil associated only with washed sand (S<sub>3</sub>) are not adequate because they do not promoted the obtaining of vigorous seedlings.

**Keywords:** Quixabeira tree; forest species; alternative sources.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca entre os países com maior diversidade animal e vegetal e, ao mesmo tempo, como um dos que mais agride o meio ambiente e os recursos naturais, sendo, por isso, necessários estudos para o conhecimento e conservação da sua flora e fauna (ALVARENGA et al., 2007). Dentre suas formações florestais, a Caatinga está distribuída em Estados da região Nordeste (Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia) e na parte Norte de Minas Gerais (FERREIRA; PRATA; MELLO, 2013). Algumas espécies arbóreas da Caatinga são importantes fornecedoras de madeira e utilizadas na indústria farmacêutica e cosmética, enquanto que espécies herbáceas são usadas para fins medicinais, apicultura e como forragem para o gado (TAVARES et al., 2016).

Embora esteja amplamente distribuída e compreenda diferentes tipos de vegetação (ALBUQUERQUE et al., 2012), a Caatinga é proporcionalmente menos estudada e está entre as composições florísticas menos protegida do Brasil (TROVÃO et al., 2004). A intensa extração de madeira para atender às necessidades familiar e industrial, a agricultura desenvolvida em função de desmatamentos e queimadas, bem como a pecuária praticada em um sistema de superpastoreio são exemplos de fatores que intensificam o processo de degradação e perda de espécies vegetais nativas desse ecossistema (AGUIAR et al., 2006).

A espécie *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn., popularmente conhecida como quixaba, quixabeira, rompe-gibão, entre outros nomes populares, pertence à família Sapotaceae, possui copa densa, altura variando entre 7 e 18 metros e ocorre em várzeas úmidas e beira de rios da Caatinga arbórea nordestina. O referido táxon possui importância ambiental (manutenção do equilíbrio ecológico e recuperação de áreas degradadas), econômica (madeira de qualidade e frutos comestíveis) (LORENZI, 2002) e farmacêutica (propriedades antinociceptiva e anti-inflamatória) (ARAÚJO-NETO et al., 2010; AQUINO et al., 2017). A retirada da casca devido a sua alta versatilidade medicinal tem tornado a espécie sensível ao desaparecimento, sendo indispensáveis medidas que viabilizem a conservação da espécie (MELO; AMORIM; ALBUQUERQUE, 2009).

Devido aos problemas ambientais da Caatinga, bem como o potencial econômico da quixabeira (*S. obtusifolium*) são de fundamental importância estudos que permitam a obtenção de plantas de forma rápida e com qualidade e, nesse sentido, tornam-se indispensáveis modelos eficientes de produção de mudas da espécie. Nos últimos anos, a propagação de mudas em viveiro tem-se desenvolvido buscando alternativas de substratos cada vez mais

eficientes, levando em consideração a manutenção dos recursos naturais e a redução dos custos (MARANHO e PAIVA, 2012).

Independentemente dos materiais utilizados na formulação de substratos, a obtenção de resultados satisfatórios na emergência (SOUZA et al., 2007), no crescimento e desenvolvimento inicial de plantas depende de características como estrutura, textura, capacidade de retenção de umidade, disponibilidade de nutrientes (RODRIGUES et al., 2007; SILVA et al., 2008), pH e da ausência de patógenos (ARAÚJO et al., 2013). Os adubos orgânicos, a exemplo do esterco, têm sido utilizados em substratos para a produção de mudas florestais, atuando na melhoria das propriedades físico-químicas, como disponibilidade de nutrientes, porosidade, agregação e retenção de água.

Diante do crescente desenvolvimento tecnológico tem aumentado a quantidade de resíduos descartados, que se agrava com a diminuição de áreas disponíveis para a deposição de rejeitos (VERAS e POVINELLI, 2004), resultando no descarte inadequado e consequente perturbação ambiental (PRALON e MARTINS, 2001). Os resíduos industriais representam perdas de matérias-primas e energia e, depois de gerados, precisam de destino adequado, uma vez que muitos deles podem criar problemas ambientais (KLEIN, 2015) por não possuírem uma aplicação específica (MIZOBATA; CASSIOLATO; MALTONI, 2017).

A utilização de resíduos de diferentes origens na formulação de substratos para a produção de mudas florestais é de grande importância, pois além da possibilidade de redução no custo de produção, contribui na diminuição do descarte dos mesmos em locais inapropriados. Essas características devem estar principalmente associadas às condições adequadas para o crescimento e desenvolvimento da espécie em estudo (MARANHO e PAIVA, 2011; CASTRO et al., 2016).

Um dos resíduos industriais que mais agride o meio ambiente é o rejeito de caulim, oriundo da sua exploração industrial. Este há muito tempo destaca-se como um poluidor em potencial, uma vez que do total de caulim extraído, 70% são descartados como rejeito, resultando em poluição do ar, solo e água (ROLIM, 2003; CABRAL; LEITE FILHO; ARAÚJO, 2009). Uma alternativa para minimizar os problemas ocasionados com a deposição desse resíduo é a reciclagem (MENEZES et al., 2007) ou utilização deste como componente de substratos para produção de mudas (CAMPOS et al., 2008; PEREIRA et al., 2008; ALVES et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2014).

Levando-se em consideração a carência de pesquisas relacionadas com a formulação de substratos, sobretudo a partir da incorporação de resíduos da mineração do caulim, o

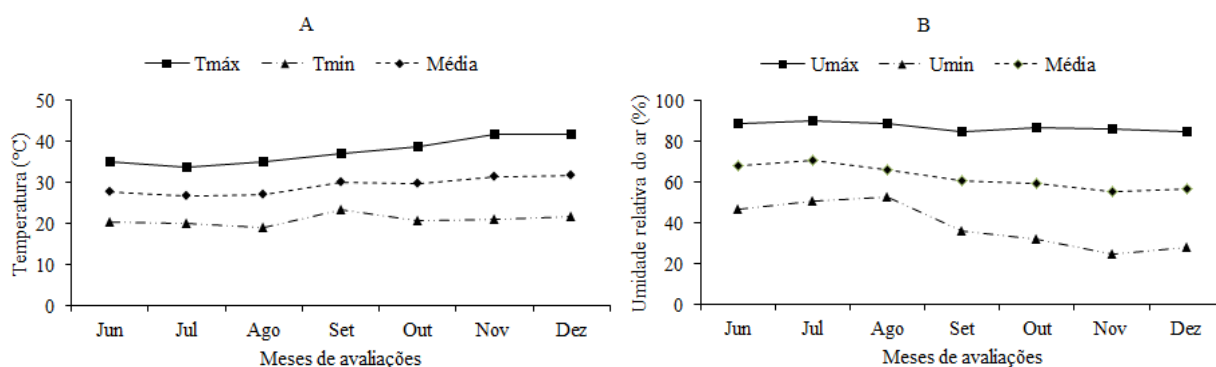


objetivo nesse trabalho foi avaliar o crescimento de mudas de *S. obtusifolium* em diferentes composições de substratos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Local de condução do experimento

O experimento foi conduzido de junho a dezembro de 2015, em ambiente protegido pertencente ao Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais da Universidade Federal da Paraíba, *Campus II*, Areia-PB. O clima local, pela classificação de Köppen (1948), é do tipo AS', isto é, clima tropical, semiúmido, com estação chuvosa no período outono-inverno. Durante o período de condução da pesquisa foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar (máximas, mínimas e médias) do ambiente protegido através de um termo higrômetro, expressas em graus Celsius (°C), e percentagem (%), respectivamente (Figura 1).



**Figura 1.** Dados meteorológicos referentes à temperatura (A) e umidade relativa do ar (B), em casa de vegetação, de junho a dezembro de 2015, Areia - PB.

### 2.2. Local de colheita dos frutos

Os frutos de *S. obtusifolium* utilizados foram provenientes de árvores matrizes localizadas na zona rural do município de Boa Vista - PB, nas coordenadas geográficas 7°13'50'' S, 36°13'57,7' W (microrregião de Campina Grande). A colheita foi realizada diretamente na copa das plantas, com o auxílio de um podão e, logo após essa etapa, os frutos foram levados para o Laboratório de Análise de Sementes (LAS) e colocados em baldes com água para fermentar por cinco dias. Em seguida, os frutos foram friccionados em peneiras,

adicionando-se água corrente para remoção da polpa e limpeza das sementes. Após serem limpas, as sementes foram postas em ambiente de laboratório em bandejas plásticas forradas com papel toalha para secar por 48 horas.

### **2.3. Produção das plântulas de *S. obtusifolium***

Para a obtenção das plântulas de *S. obtusifolium*, as sementes foram escarificadas com lixa N° 80 sem embebição (REBOUÇAS et al., 2012 - adaptado), semeadas em bandejas de polietileno (47 x 33 x 7 cm), contendo vermiculita como substrato (SILVA et al., 2014). Após a disposição das sementes nas bandejas, as mesmas foram cobertas com uma camada de vermiculita de modo que não ficassem visíveis. Após a emergência, surgimento do primeiro par de folhas e quando as plântulas estavam com uma altura de aproximadamente 5 cm, as mesmas foram repicadas para sacos de polietileno preto com dimensões de 15 x 28 cm (largura x altura), contendo diferentes composições de substratos. Esse recipiente foi determinado como o melhor para a espécie em ensaio preliminar. As plântulas foram transplantadas no final da tarde, objetivando diminuir o estresse causado pela temperatura e, assim, favorecer o índice de pega.

### **2.4. Substratos avaliados**

Os substratos (tratamentos) utilizados foram formulados a partir da mistura de terra de subsolo (TS), areia lavada (AL), esterco bovino curtido (EB), rejeito de caulim (RC), além do substrato comercial Basaplant<sup>®</sup>, totalizando 13 composições, os quais foram submetidos à análise físico-química no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do *Campus II* da Universidade Federal da Paraíba. Os substratos utilizados seguem relacionados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Substratos utilizados na produção de mudas de *Sideroxylon obtusifolium*.

Substratos	Terra (%)	Basaplant <sup>®</sup> (%)	Areia (%)	Esterco (%)	Rejeito de caulim (%)
S <sub>1</sub>	100	-	-	-	-
S <sub>2</sub>	-	100	-	-	-
S <sub>3</sub>	75	-	25	-	-
S <sub>4</sub>	75	-	15	10	-
S <sub>5</sub>	60	-	20	20	-
S <sub>6</sub>	52,5	-	17,5	30	-
S <sub>7</sub>	45	-	15	40	-
S <sub>8</sub>	37,5	-	12,5	50	-
S <sub>9</sub>	75	-	-	-	25
S <sub>10</sub>	55	--	20	5	20
S <sub>11</sub>	50	-	15	20	15
S <sub>12</sub>	45	-	10	35	10
S <sub>13</sub>	40	-	5	50	5

## 2.5. Variáveis avaliadas

As mudas de quixabeira (*S. obtusifolium*) foram avaliadas, ao final do experimento, (195 dias depois do transplantio), quanto à:

*a)* **altura de plantas (A)** - medida com uma régua graduada em centímetros a partir do nível do substrato até o meristema apical (cm planta<sup>-1</sup>);

*b)* **diâmetro do colo (DC)** - medido com um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm, na base do caule da planta (mm planta<sup>-1</sup>);

*c)* **relação altura/diâmetro do colo (A/DC)** - resultou da divisão dos valores obtidos para a altura e o diâmetro do colo;

*d)* **número de ramos (NR)** - obtido pela contagem de ramos principais, ou seja, originados do caule (ramos planta<sup>-1</sup>);

*e)* **comprimento da raiz (CR)** - aferido com uma régua graduada em centímetros a partir do colo até a extremidade da raiz mais longa (cm planta<sup>-1</sup>). Para tanto, os recipientes foram cortados lateralmente e feita a remoção do substrato aderido às raízes, objetivando evitar danos ou perdas;

**f) relação altura/comprimento da raiz** - resultante da divisão dos valores de altura e comprimento da raiz;

**g) massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSRA)** - parte aérea e raízes foram previamente lavadas (objetivando remover o substrato aderido às mesmas), postas separadamente em sacos de papel *Kraft* e levadas para estufa de circulação forçada de ar, regulada a uma temperatura de 65 °C, até atingirem peso constante (g planta<sup>-1</sup>);

**h) massa seca total (MST)** - foi obtida pelo somatório da massa seca de raízes e parte aérea (g planta<sup>-1</sup>);

**i) relação entre a massa seca da parte aérea e de raízes (MSPA/MSRA)** - obtida a partir da divisão dos valores das massas secas da parte aérea e raízes;

**j) índice de qualidade de Dickson** - calculado pela fórmula:

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{H(cm)}{DC(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)}} \text{ (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960).}$$

## 2.6. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições e a unidade experimental constituída por oito mudas. Os dados obtidos a partir de avaliações no tempo foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ) e regressão polinomial, sendo avaliados os modelos linear e quadrático, escolhendo-se aquele de maior grau significativo e com coeficiente de determinação ( $R^2 \geq 0,5$ ). Os dados obtidos ao final do experimento foram submetidos à análise de variância e ao teste de agrupamento de Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade, utilizando o *software* SISVAR (FERREIRA, 2007).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos dados da Tabela 2 observa-se que dos substratos utilizados, naqueles que não foi adicionado esterco bovino em sua composição, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> e S<sub>9</sub> apresentaram os menores valores para o pH, indicando elevada acidez e, além disso, baixos teores de fósforo (P). A adição do esterco bovino, tanto nos substratos contendo rejeito de caulim quanto naqueles sem a sua presença, resultou na diminuição do teor de alumínio (Al<sup>3+</sup>), no aumento do pH, de fósforo (P), potássio (K), soma de bases (SB) e da matéria orgânica (MO).

O aumento do valor do pH e da matéria orgânica do solo foi constatado por Yagi et al. (2003) com a aplicação de adubos orgânicos (esterco e vermicomposto de esterco bovino), que também foi obtido por Mantovani et al. (2005), além dos incrementos observados para P, K, Ca e Mg do solo com aplicações de composto de lixo urbano.

**Tabela 2.** Caracterização físico-química dos substratos utilizados na produção de mudas de *Sideroxylon obtusifolium*.

Substratos	pH Água <sub>(1:2,5)</sub>	P ---mg/dm <sup>3</sup> ---	K	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	SB	CTC	MO	Areia	Silte	Argila
				-----cmolc/dm <sup>3</sup> -----							-----g/kg-----			
S <sub>1</sub>	4,1	6,10	60,23	0,14	7,71	0,60	0,31	0,35	0,95	8,66	20,69	554	68	121
S <sub>2</sub>	4,2	207,34	280,28	0,10	10,38	0,20	2,45	0,62	3,89	14,27	11,38	-	-	-
S <sub>3</sub>	4,3	4,02	35,62	0,04	4,82	0,55	0,07	0,44	0,64	5,46	21,88	716	52	232
S <sub>4</sub>	5,2	86,71	556,77	0,23	3,25	0,05	0,37	0,54	2,57	5,82	36,53	658	66	276
S <sub>5</sub>	5,9	198,57	1134,22	0,74	3,18	0,00	0,72	0,66	5,03	8,22	32,57	686	105	209
S <sub>6</sub>	6,5	305,17	1514,43	0,74	2,67	0,00	0,86	0,90	6,39	9,06	69,78	685	105	210
S <sub>7</sub>	6,9	485,34	2221,38	0,97	2,90	0,00	1,19	0,30	8,15	11,06	85,13	705	107	188
S <sub>8</sub>	6,7	608,46	2779,81	1,29	2,46	0,00	1,21	0,81	10,44	12,90	65,83	668	194	138
S <sub>9</sub>	4,1	3,24	135,48	0,22	5,61	0,35	0,23	0,55	1,35	6,96	20,69	524	141	335
S <sub>10</sub>	5,0	51,21	404,30	0,33	2,59	0,00	0,51	0,28	2,15	4,75	14,25	655	159	186
S <sub>11</sub>	5,7	147,52	997,59	0,54	3,51	0,00	0,78	0,31	4,19	7,70	24,75	638	125	237
S <sub>12</sub>	6,8	318,68	2589,56	0,86	2,57	0,00	1,56	0,40	9,46	12,04	132,64	620	161	219
S <sub>13</sub>	6,9	585,94	2744,17	1,29	2,59	0,00	1,61	0,37	10,31	12,90	78,20	567	186	247

Em que: S<sub>1</sub> - TS (100%); S<sub>2</sub> - Basaplant<sup>®</sup> (100%); S<sub>3</sub> - TS (75%) + AL (25%); S<sub>4</sub> - TS (75%) + AL (15%) + EB (10%); S<sub>5</sub> - TS (60%) + AL (20%) + EB (20%); S<sub>6</sub> - TS (52,5%) + AL (17,5%) + EB (30%); S<sub>7</sub> - TS (45%) + AL (15%) + EB (40%); S<sub>8</sub> - TS (37,5%) + AL (12,5%) + EB (50%); S<sub>9</sub> - TS (75%) + RC (25%); S<sub>10</sub> - TS (55%) + AL (20%) + RC (20%) + EB (5%); S<sub>11</sub> - TS (50%) + AL (15%) + RC (15%) + EB (20%); S<sub>12</sub> - TS (45%) + AL (10%) + RC (10%) + EB (35%); S<sub>13</sub> - TS (40%) + AL (5%) + RC (5%) + EB (50%); pH = potencial hidrogeniônico; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions; MO = matéria orgânica.

No resumo da análise de variância (Tabela 3) é possível observar que houve efeito significativo para as variáveis altura de plantas, diâmetro do caule, relação altura de plantas /diâmetro do caule e número de ramos de plantas de *S. obtusifolium*, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para as variáveis altura de plantas (A) - (cm planta<sup>-1</sup>), diâmetro do colo (DC) - (mm planta<sup>-1</sup>), relação altura da planta/diâmetro do colo (A/DC) e número de ramos (NR) de plantas de *Sideroxylon obtusifolium* em diferentes composições de substratos.

FV	GL	QM			
		A	DC	A/DC	NR
Bloco	3	6,554	0,113	0,245	4,946
Substrato	12	107,972**	2,097**	1,270**	6,730**
Resíduo	36	7,5378	0,117	0,282	1,201
Total	51	-	-	-	-
CV(%)	-	13,22	9,07	9,71	29,08

Em que: \*\*Valor de F significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; QM = quadrado médio; FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; CV (%) = coeficiente de variação.

Os valores médios obtidos para as variáveis altura de plantas, diâmetro do colo, relação altura de plantas/diâmetro do colo e número de ramos de mudas de *S. obtusifolium* estão na Tabela 4. Para essas características, o substrato comercial S<sub>2</sub> proporcionou o menor valor médio (8,9 cm planta<sup>-1</sup>), enquanto que valores intermediários foram resultantes dos substratos S<sub>1</sub> (13,23 cm planta<sup>-1</sup>) e S<sub>3</sub> (14,68 cm planta<sup>-1</sup>), 195 dias após o transplântio. A ineficiência desses substratos na altura de mudas da espécie pode está relacionada com os seus baixos valores de pH, uma vez que o aumento da acidez eleva a quantidade de alumínio trocável (Al<sup>3+</sup>) (BOHNEN, 1995) e também pode reduzir a absorção de nutrientes essenciais pela planta (PERSSON e MAJDI, 1995).

Dessa forma, é importante destacar que, embora o pH do substrato (S<sub>9</sub>) tenha sido 4,1, o valor médio obtido para a altura ficou agrupado entre os melhores, entretanto as mudas que se desenvolveram nos substratos com esterco tiveram um incremento de 3,96 cm planta<sup>-1</sup> em relação às do substrato S<sub>9</sub>. As plantas que se desenvolveram no substrato S<sub>5</sub> apresentaram o maior valor numérico para a altura de mudas (24,89 cm planta<sup>-1</sup>), entretanto, não diferiu dos demais substratos com esterco bovino (com e sem rejeito de caulim) (Tabela 4). A combinação de diferentes materiais na formulação de substratos para produção de mudas de

espécies florestais resulta em misturas cuja natureza nutricional não pode ser facilmente prevista, condição que pode favorecer ou prejudicar o crescimento e desenvolvimento das plantas. Além disso, a deficiência, excesso ou desequilíbrio de elementos nutricionais pode aumentar a defesa ou facilitar a ocorrência de doenças (BALARDIN et al., 2006).

**Tabela 4.** Valores médios de altura (A) - (cm planta<sup>-1</sup>), diâmetro do colo (DC) - (mm planta<sup>-1</sup>), relação altura da planta/diâmetro do colo (A/DC) e número de ramos (NR) de plantas de *Sideroxylon obtusifolium* em diferentes substratos.

Substratos	A	DC	A/DC	NR
S <sub>1</sub> - TS (100%)	13,23b	2,68c	5,13a	3,21b
S <sub>2</sub> - Basaplant <sup>®</sup>	8,90c	2,36c	3,73b	0,78c
S <sub>3</sub> - TS (75%) + AL (25%)	14,68b	2,75c	5,48a	2,96b
S <sub>4</sub> - TS (75%) + AL (15%) + EB (10%)	24,46a	4,49a	5,52a	4,15b
S <sub>5</sub> - TS (60%) + AL (20%) + EB (20%)	24,89a	4,48a	5,64a	3,78b
S <sub>6</sub> - TS (52,5%) + AL (17,5%) + EB (30%)	23,70a	4,03b	5,81a	3,46b
S <sub>7</sub> - TS (45%) + AL (15%) + EB (40%)	22,48a	3,89b	5,72a	4,87a
S <sub>8</sub> - TS (37,5%) + AL (12,5%) + EB (50%)	24,37a	4,08b	6,04a	6,21a
S <sub>9</sub> - TS (75%) + RC (25%)	19,75a	3,65b	5,45a	3,75b
S <sub>10</sub> - TS (55%) + AL (20%) + RC (20%) + EB (5%)	23,92a	4,23a	5,66a	2,90b
S <sub>11</sub> - TS (50%) + AL (15%) + RC (15%) + EB (20%)	24,15a	4,32a	5,50a	3,78b
S <sub>12</sub> - TS (45%) + AL (10%) + RC (10%) + EB (35%)	24,15a	4,36a	5,65a	3,87b
S <sub>13</sub> - TS (40%) + AL (5%) + RC (5%) + EB (50%)	21,29a	3,80b	5,70a	5,21a

Em que: TS = terra de subsolo; AL = areia lavada; EB = esterco bovino; RC = rejeito de caulim. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott.

O comprimento da parte aérea de mudas de aroeira (*Schinus terebynthifolius* Raddi) aumentou com o acréscimo de biossólido (lodo de esgoto) no substrato, sendo estimada altura máxima de 15,9 cm com a dose de 35% do referido resíduo urbano (NÓBREGA et al., 2007). Ao avaliarem diferentes resíduos orgânicos na produção de mudas de candelabro [*Senna alata* (L.) Roxb.] Faria et al. (2013) constataram, 150 dias após a semeadura, que o maior crescimento da parte aérea foi obtido com os substratos formados com 60% de lodo de esgoto + 40% de composto orgânico e 20% de lodo de esgoto + 80% de composto orgânico, sendo os bons resultados atribuídos ao esterco bovino utilizado na produção do composto orgânico. Para produção de mudas de *S. terebynthifolius*, as doses do lodo de esgoto em combinação



com casca de arroz carbonizada devem situar-se entre 40 a 60% (TRIGUEIRO e GUERRINI, 2014).

Ao avaliarem a produção de mudas de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) com resíduos orgânicos (esterco bovino e ovino, humos de minhoca e resíduo de café, Lima et al. (2017) constataram que os valores obtidos para a altura de mudas e outras características morfológicas foram superiores com o uso do esterco de ovinos, sendo este recomendado para a produção de mudas com máxima eficiência na concentração de 66% mais 33% de solo. A eficiência de resíduos orgânicos em substratos para a produção de mudas vai além do uso do esterco bovino.

Algumas pesquisas indicaram outros resíduos, tanto agroindustriais quanto da indústria da mineração, com potencial de constituir substratos para a produção de mudas de espécies florestais. O maior valor médio de altura das mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) foi em substrato formulado a partir da mistura de solo mais pó de coco na proporção de 1 para 2 (LACERDA et al., 2006). Para mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) foi constatada inferioridade na altura quando se utilizou substrato formado por resíduo de mineração de areia (100%), sendo esse comportamento atribuído à sua alta densidade e à baixa porosidade (GARCIA et al., 2011). Ainda segundo os autores, esse resíduo pode ser utilizado na produção de mudas da espécie desde que sua proporção máxima seja de 75% do volume do substrato, sempre associado a outros materiais para que a composição final seca tenha densidade entre 500 e 800 kg m<sup>-3</sup>.

Em relação ao diâmetro do colo, os substratos contendo esterco bovino nos percentuais de 5, 20 e 35%, associados às concentrações pré-estabelecidas de terra de subsolo, areia lavada e rejeito de caulim (S<sub>10</sub>, S<sub>11</sub>, S<sub>12</sub>) proporcionaram os maiores valores, acompanhados pelos substratos S<sub>4</sub> e S<sub>5</sub> (Tabela 4). Para esses substratos a adição do esterco aumentou o teor de fósforo, o qual, segundo Zoz et al. (2009), tende a estar disponível para a planta com o aumento do pH, condição observada pela análise do substrato. Ainda de acordo com os dados da Tabela 4, para os substratos com esterco e sem rejeito, os incrementos no diâmetro foram menores naqueles com esterco de 30 a 50%, enquanto para os que tiveram esterco e rejeito, a diminuição no diâmetro foi constatada quando constituídos com 50% de esterco.

Ao avaliarem a exigência nutricional de mudas de erva-mate, Ceconi et al. (2007) observaram efeito positivo do fósforo até um determinado ponto, a partir do qual passou a prejudicar a altura e diâmetro das plantas. No presente trabalho, embora o teor de fósforo

tenha sido elevado para o substrato Basaplant® o seu pH foi baixo, o que deve ter prejudicado a altura e diâmetro do colo de mudas de *S. obtusifolium*.

Como a adição de 50% de esterco bovino ao S<sub>8</sub>, bem como ao substrato S<sub>13</sub> proporcionaram valores intermediários para o diâmetro do colo das plantas (Tabela 4), o uso de 50 % de esterco bovino para incrementos na referida variável foi inviável. A utilização do rejeito de caulim com o mínimo de esterco (S<sub>10</sub>) favoreceu a obtenção de mudas de *S. obtusifolium* com diâmetro de colo satisfatório, indicando mais uma vez, a possibilidade de incorporação desse resíduo na produção de mudas da espécie sem a necessidade de uso de doses excessivas de esterco bovino.

Para produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) foi recomendado o substrato formulado com 40% de terra de subsolo e 60% de rejeito de caulim, combinado ao recipiente com volume de 1.090 cm<sup>3</sup> e 1.660 cm<sup>3</sup>, por proporcionarem maior crescimento em diâmetro do caule (OLIVEIRA et al., 2014). Em relação às mudas de aroeira-do-sertão (*M. urundeuva*), Kratka e Correia (2015) verificaram os maiores resultados para a altura de plantas e diâmetro do coleto nos tratamentos com esterco bovino, nas proporções 25, 50 e 75%, associado a diferentes percentuais de solo e areia.

Quanto à relação entre altura de plantas e o diâmetro do colo (A/DC), o substrato S<sub>2</sub> resultou no menor valor médio (3,73), diferindo dos demais tratamentos, os quais foram iguais estatisticamente entre si, demonstrando ser uma característica inadequada para a diferenciação das mudas em termos de qualidade (Tabela 4). Para as mudas com uma maior relação A/DC há tendência de que sejam mais delgadas (GOMES et al., 2002), sendo maiores as chances de sobrevivência e estabelecimento no local definitivo quanto menor for essa relação (GOMES e PAIVA, 2012). Juntamente com a altura e o diâmetro do colo, a relação entre essas duas variáveis é uma característica morfológica utilizada na avaliação da qualidade de mudas florestais (EHLERS e ARRUDA, 2014), entretanto, deve ser complementada com outras características para que seja possível uma recomendação precisa sobre o substrato a ser utilizado para a produção de mudas.

Ao avaliarem a produção de mudas de rabo-de-pitu [*Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip], Caldeira et al. (2013) constataram o valor máximo para a relação A/DC de 20,86 no substrato constituído por 80% de lodo de esgoto + 10% casca de arroz carbonizada + 10% palha de café in natura. Os autores enfatizaram que o grande crescimento da altura, não acompanhado pelo incremento em diâmetro, acarreta baixo nível de robustez da muda e, conseqüentemente, diminui a capacidade de sobrevivência desta no campo.

O maior número de ramos em mudas de *S. obtusifolium* foi observado nas que se desenvolveram nos substratos com os maiores percentuais de esterco S<sub>7</sub>, S<sub>8</sub> e S<sub>13</sub>, cujas médias não diferiram estatisticamente entre si. Nos demais substratos, com exceção do S<sub>2</sub> os valores foram intermediários (Tabela 4). Mota et al. (2016), ao avaliarem o crescimento, nutrição e qualidade de mudas de guapeva [*Pouteria gardneriana* (A. DC.) Radlk.] (Sapotaceae) constataram que a mistura de subsolo e esterco bovino, na proporção de 3:1, foi o mais favorável para o crescimento e na obtenção de mudas com qualidade.

A espécie *S. obtusifolium*, na fase de muda, caracteriza-se por ter uma grande quantidade de folhas, as quais são pequenas e bem distribuídas por toda a parte aérea da planta, o que torna sua quantificação uma atividade complexa. Para espécies com essa característica, a determinação do número de ramos, por ser uma variável pouco considerada em pesquisas voltadas para a produção de mudas, torna-se uma ferramenta importante na compreensão do efeito dos diferentes substratos na formação de plantas vigorosas, pois auxilia na escolha daquelas com maiores chances de sobrevivência após o plantio no local definitivo.

Observa-se que, exceto para o comprimento de raiz, houve efeito significativo para as variáveis: relação entre a altura de plantas e o comprimento da raiz primária, massa seca da parte aérea e de raízes, massa seca total, relação massa seca da parte aérea/raiz primária e índice de qualidade de Dickson, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 5).

**Tabela 5.** Resumo da análise de variância para as variáveis comprimento de raiz (CRA) - (cm planta<sup>-1</sup>), relação altura da planta/comprimento da raiz (A/CRA), massa seca da parte aérea (MSPA) - (g planta<sup>-1</sup>) e de raízes (MSRA) - (g planta<sup>-1</sup>), massa seca total (MST) - (g planta<sup>-1</sup>), relação MSPA/MSRA e índice de qualidade de Dickson (IQD) de plantas de *Sideroxylon obtusifolium* em diferentes composições de substratos.

FV	GL	QM						
		CRA	A/CRA	MSPA	MSRA	MST	MSPA/ MSRA	IQD
Bloco	3	19,568	0,008	0,096	0,001	0,114	0,049	0,002
Substrato	12	15,247 <sup>ns</sup>	0,067 <sup>**</sup>	3,864 <sup>**</sup>	0,809 <sup>**</sup>	7,988 <sup>**</sup>	0,714 <sup>**</sup>	0,121 <sup>**</sup>
Resíduo	36	12,917	0,005	0,119	0,036	0,247	0,049	0,004
Total	51	-	-	-	-	-	-	-
CV(%)	-	7,88	14,13	15,58	17,66	15,10	11,26	14,71

Em que: <sup>ns</sup> Valor de F não significativo; \*Valor de F significativo a 5% de probabilidade; \*\*Valor de F significativo a 1% de probabilidade; QM = quadrado médio; FV = fonte de variação; Trat. = Tratamento; GL = grau de liberdade; CV (%) = coeficiente de variação.

Para o comprimento de raiz de mudas de *S. obtusifolium* não ocorreu diferença estatística entre as médias, o que se justifica pelo fato de que as mesmas alcançaram o limite inferior do recipiente utilizado devido ao período necessário para a avaliação das mudas (Tabela 6). Dessa forma, é importante destacar que quanto maior o período que a muda permanece na fase de viveiro, maior será o crescimento do sistema radicular e, consequentemente, maior é o risco de danos no transplantio (ZACCHEO et al., 2013), sendo necessário, muitas vezes, proceder com uma poda do excesso das raízes, entretanto sem inibir o crescimento da raiz principal, em casos de espécies com sistema radicular pivotante (SIMÕES, 1987). As mudas com um sistema radicular bem desenvolvido têm maiores chances de sobrevivência no campo, devido à melhor absorção de água e nutrientes (AZEVEDO et al.; 2010).

As pesquisas com embalagens para produção de mudas têm sido muito dinâmicas e sempre acatando o princípio de que o sistema radicular é importante, devendo ter boa arquitetura, e que, por ocasião do transplantio, deverá sofrer o mínimo de distúrbios, o que permite que a muda seja plantada com um torrão sólido e bem agregado a todo o sistema radicular, favorecendo a sobrevivência e o crescimento inicial no campo (GOMES et al., 2003).

A relação entre o comprimento da altura de plantas e da raiz é uma variável que permite observar de imediato o quanto a parte aérea foi superior ou inferior ao seu comprimento de sua raiz. Entre os substratos contendo esterco e sem rejeito de caulim, os maiores valores foram obtidos nos substratos S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub> e S<sub>8</sub>. Para os substratos com rejeito de caulim e esterco bovino, apenas o S<sub>11</sub> se destacou entre os demais, cujo valor médio não diferiu dos inicialmente mencionados (Tabela 6).

**Tabela 6.** Valores médios de comprimento de raiz (CRA) - (cm planta<sup>-1</sup>), relação altura da planta/comprimento da raiz (A/CRA), massa seca da parte aérea (MSPA) - (g planta<sup>-1</sup>) e de raízes (MSRA) - (g planta<sup>-1</sup>) de plantas de *Sideroxylon obtusifolium* em diferentes substratos.

Substratos	CRA	A/CRA	MSPA	MSRA
S <sub>1</sub> - TS (100%)	43,09a	0,371c	0,747c	0,400e
S <sub>2</sub> - Basaplant <sup>®</sup>	46,58a	0,196d	0,171d	0,162e
S <sub>3</sub> - TS (75%) + AL (25%)	46,74a	0,355c	1,047b	0,666d
S <sub>4</sub> - TS (75%) + AL (15%) + EB (10%)	44,09a	0,627a	2,887a	1,512a
S <sub>5</sub> - TS (60%) + AL (20%) + EB (20%)	42,79a	0,625a	3,028a	1,638a
S <sub>6</sub> - TS (52,5%) + AL (17,5%) + EB (30%)	45,59a	0,567b	2,665a	1,272b
S <sub>7</sub> - TS (45%) + AL (15%) + EB (40%)	48,64a	0,504b	2,640a	1,122c
S <sub>8</sub> - TS (37,5%) + AL (12,5%) + EB (50%)	44,37a	0,622a	2,941a	1,169c
S <sub>9</sub> - TS (75%) + RC (25%)	46,78a	0,494b	1,547b	0,909c
S <sub>10</sub> - TS (55%) + AL (20%) + RC (20%) + EB (5%)	48,29a	0,593b	2,700a	1,553a
S <sub>11</sub> - TS (50%) + AL (15%) + RC (15%) + EB (20%)	43,79a	0,620a	2,956a	1,312b
S <sub>12</sub> - TS (45%) + AL (10%) + RC (10%) + EB (35%)	47,57a	0,570b	2,953a	1,378b
S <sub>13</sub> - TS (40%) + AL (5%) + RC (5%) + EB (50%)	44,93a	0,532b	2,525a	0,969c

Em que: TS = terra de subsolo; AL = areia lavada; EB = esterco bovino; RC = rejeito de caulim. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott.

Para a massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de *S. obtusifolium* o substrato comercial S<sub>2</sub>, o que foi formulado exclusivamente com terra de subsolo (S<sub>1</sub>), assim como aqueles que tinham na sua formulação 75% desse material e sem esterco bovino (S<sub>3</sub> e S<sub>9</sub>) resultaram em mudas com os menores valores, indicando a influência positiva do esterco na produção de fitomassa. Os referidos substratos foram os que proporcionaram os menores valores de pH, os quais variaram de 4,1 a 4,3, indicando elevada acidez, conforme análise de fertilidade (Tabela 1). O baixo pH do substrato S<sub>9</sub> indicou que esse resíduo não influenciou positivamente nessa característica, não conferindo valores entre os recomendados por Rodrigues et al. (2002) para substratos utilizados na produção de mudas (6,0 a 7,0).

Cabe destacar que a influência negativa da acidez sobre a parte aérea de plantas de *S. obtusifolium* está mais relacionada com a massa seca (redução no número de ramos) do que com o comprimento em altura, uma vez que, para o substrato S<sub>9</sub> o valor médio do comprimento da parte aérea não diferiu daqueles com esterco em sua composição. Quanto ao uso de substratos comerciais, resultados semelhantes foram obtidos por Delarmelina et al.

(2015) para mudas de mimosa [*Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip var. *latistipula* (Benth.)], para as quais constatou-se o menor valor médio para a massa seca da parte aérea com o substrato comercial constituído por 60% de composto de casca de pinus, 15% de vermiculita e 25% de húmus.

Os substratos à base de casca de *Pinus* compostada geralmente têm baixa capacidade de retenção de água e precisam de fertilização para o desenvolvimento das plantas (SCHEER; CARNEIRO; SANTOS, 2010). Nesse sentido, as mudas de fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) tiveram maior massa seca da parte aérea quando o substrato comercial Tropstrato® foi combinado com composto orgânico na proporção 1:1. Nesse caso, o composto orgânico foi constituído por restos vegetais + esterco bovino na proporção 2:1 (PACHECO et al., 2011).

Não foi observada influência direta do rejeito de caulim sobre a melhoria da qualidade química dos substratos, o que pode ser uma explicação para sua baixa eficiência no crescimento de mudas de *S. obtusifolium* quando associado com a terra de subsolo na proporção 3 para 1 (S<sub>9</sub>). Nesse sentido, foram obtidos resultados diferentes por Pralon e Martins (2001) que, ao avaliarem o uso do resíduo industrial Ferkal (resíduo gerado na produção de ácido láctico a partir de sacarose) na produção de mudas de sabiá (*M. caesalpiniaefolia*) enfatizaram que os incrementos na massa seca da parte aérea das mudas produzidas foram obtidos com a adição desse resíduo, o qual resultou no aumento dos teores de cálcio, de matéria orgânica e principalmente de fósforo, assim como a redução nos teores de alumínio.

Todos os substratos contendo esterco bovino (com ou sem a presença de rejeito de caulim) resultaram em plantas de *S. obtusifolium* com os maiores valores para a MSPA, destacando-se que o substrato S<sub>8</sub> resultou plantas com uma distribuição mais homogênea no seu peso da parte aérea, uma vez que os maiores valores do ponto de vista estatístico foram obtidos para o referido substrato a partir do parâmetro número de ramos, relação A/CRA e MSPA/MSRA. Os incrementos na massa seca da parte aérea de mudas de *S. obtusifolium*, que cresceram no substrato S<sub>13</sub>, estão mais relacionados com o número de ramos do que com os incrementos na altura, tendo em vista que sua relação A/CRA não se destacou entre os maiores índices obtidos.

Embora o pH do substrato S<sub>10</sub> tenha sido 5,0, esse pode ser considerado o valor mínimo tolerado pelas plantas de *S. obtusifolium* nas condições avaliadas, tendo em vista os bons resultados obtidos para as características morfológicas. Quanto ao uso da terra de subsolo, embora esse seja um dos componentes mais utilizados para a produção de mudas de espécies arbóreas nativas, o mesmo geralmente tem elevada acidez e baixa disponibilidade de

nutrientes (MIRANDA et al.; 2013; FREITAS et al.; 2017), sendo necessário, nesse caso, a sua correção que pode ser feita com a aplicação de calcário e de adubos minerais e orgânicos (ARTUR et al., 2007). Os materiais para a formulação de substratos devem ter um pH em água dentro da faixa recomendada, de modo que a composição resultante da mistura proporcione a obtenção de um substrato com pH dentro da faixa de tolerância (CALDEIRA et al., 2007).

A massa seca de raízes indicou a maior ou menor influência dos substratos utilizados na produção de raízes secundárias, uma vez que não foram constatadas diferenças entre as médias para o comprimento de raiz (Tabela 6). A adição de esterco bovino (10 e 20%) à terra de subsolo (75 e 60%) e à areia lavada (15 e 20%) S<sub>4</sub> e S<sub>5</sub>, respectivamente, assim como a incorporação de 5% de esterco à mistura composta por TS (55%) + AL (20%) + RC (20%) - (S<sub>10</sub>) resultaram nos maiores valores. As mudas que cresceram nos substratos S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub> tiveram os menores valores. Semelhantemente ao observado para o diâmetro do colo, o aumento do fósforo (P) com a incorporação do esterco bovino não favoreceu os incrementos na massa seca da raiz (S<sub>6</sub>, S<sub>7</sub>, S<sub>8</sub>, S<sub>11</sub>, S<sub>12</sub> e S<sub>13</sub>). A ausência ou a deficiência deste nutriente no substrato prejudica o desenvolvimento radicular, principalmente de raízes secundárias, reduzindo a capacidade da muda em absorver água e demais nutrientes para o seu desenvolvimento (SILVA et al., 2010).

Por esses resultados constata-se que as menores concentrações de esterco no substrato são suficientes para a obtenção de um maior incremento de raiz obtida a partir do aumento da massa seca das mesmas. Para mudas de camboatã (*Cupania vernalis* Cambess.) os substratos contendo a mistura de Plantmax<sup>®</sup> + serragem + esterco bovino e Plantmax<sup>®</sup> + casca de arroz carbonizada + esterco bovino promoveram os melhores resultados, tanto para a altura e o diâmetro do colo como para a massa seca da parte aérea e de raízes, sendo componentes indicados para a produção de mudas da espécie em concentrações específicas (BORTOLINI et al., 2016).

Quanto à massa seca total de mudas de *S. obtusifolium*, em todos os substratos com esterco bovino na sua constituição resultaram nos maiores valores (Tabela 7). Essa variável também evidenciou que o mínimo de esterco utilizado na formulação dos substratos S<sub>4</sub> e S<sub>10</sub> é suficiente para a obtenção de resultados satisfatórios. De modo semelhante ao constatado com as mudas *S. obtusifolium*, os menores valores obtidos por Faria et al. (2016) para mudas de sansão-preto (*Mimosa setosa* Benth.) foram obtidos com o substrato comercial MecPlant<sup>®</sup> (constituído por 60% de composto de casca de pinus, 15% de vermiculita e 25% de húmus

mais terra vegetal), enquanto os maiores resultados foram resultantes nos substratos compostos de 40% de terra de subsolo, 35% de cama de aviários e 25% de MecPlant®.

**Tabela 7.** Valores médios de massa seca total (MST) - ( $\text{g planta}^{-1}$ ), relação massa seca da parte aérea/massa seca de raízes (MSPA/MSRA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de plantas de *Sideroxylon obtusifolium* em diferentes substratos.

Substratos	MST	MSPA/MSRA	IQD
S <sub>1</sub> - TS (100%)	1,147d	1,860c	0,164e
S <sub>2</sub> - Basaplant®	0,333e	1,023d	0,069f
S <sub>3</sub> - TS (75%) + AL (25%)	1,712c	1,594c	0,244d
S <sub>4</sub> - TS (75%) + AL (15%) + EB (10%)	4,400a	1,925c	0,590a
S <sub>5</sub> - TS (60%) + AL (20%) + EB (20%)	4,666a	1,853c	0,622a
S <sub>6</sub> - TS (52,5%) + AL (17,5%) + EB (30%)	3,937a	2,104b	0,497b
S <sub>7</sub> - TS (45%) + AL (15%) + EB (40%)	3,762a	2,356b	0,464b
S <sub>8</sub> - TS (37,5%) + AL (12,5%) + EB (50%)	4,109a	2,522a	0,482b
S <sub>9</sub> - TS (75%) + RC (25%)	2,456b	1,755c	0,348c
S <sub>10</sub> - TS (55%) + AL (20%) + RC (20%) + EB (5%)	4,253a	1,739c	0,573a
S <sub>11</sub> - TS (50%) + AL (15%) + RC (15%) + EB (20%)	4,268a	2,248b	0,549a
S <sub>12</sub> - TS (45%) + AL (10%) + RC (10%) + EB (35%)	4,331a	2,196b	0,555a
S <sub>13</sub> - TS (40%) + AL (5%) + RC (5%) + EB (50%)	3,493a	2,585a	0,420b

Em que: TS = terra de subsolo; AL = areia lavada; EB = esterco bovino; RC = rejeito de caulim. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott.

Para a relação entre a massa seca da parte aérea e da raiz primária, apenas os substratos S<sub>8</sub> e S<sub>13</sub> resultaram nos maiores índices (Tabela 7). Essa é uma importante característica para ser avaliada quando as mudas vão para o campo, devendo a parte aérea ser duas vezes maior que a raiz (relação 2:1), uma vez que quando a parte aérea é muito superior à raiz, podem ocorrer possíveis problemas de absorção de água para a parte aérea (CALDEIRA et al., 2008).

O índice de qualidade de Dickson (IQD) é considerado como excelente indicador da qualidade de mudas, pois tem como referência a robustez (A/DC) e o equilíbrio da distribuição da biomassa (MSPA/MSRA), sendo consideradas mudas de qualidade aquelas com o maior IQD (CAVALCANTE et al., 2016). As maiores médias para essa variável ocorreram nos tratamentos S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>, S<sub>10</sub>, S<sub>11</sub> e S<sub>12</sub>, cujos valores não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 7). Esses resultados reforçam que a menor quantidade de esterco associada à



terra de subsolo e areia lavada (S<sub>4</sub>), ou à terra de subsolo, areia lavada e rejeito de caulim (S<sub>10</sub>) é suficientes para a obtenção de mudas vigorosas de *S. obtusifolium*. Levando-se em consideração os benefícios do uso de material orgânico, a exemplo do esterco bovino, é importante destacar que a sua disponibilidade depende da região e também do manejo das pastagens (CUNHA et al., 2006) e, além disso, nem sempre é um componente de fácil aquisição, podendo ser um fator que represente custo para a produção.

Os resultados permitiram constatar que das dez variáveis avaliadas 195 dias após a instalação do experimento, oito (A, DC, A/DC, CR, MSPA, MSRA, MST e IQD) indicaram que o tratamento com o menor percentual de esterco e sem a presença de rejeito de caulim S<sub>4</sub> foi estatisticamente igual àquele com menor concentração de esterco, entretanto, com a presença do rejeito S<sub>10</sub>. Isso é um indicativo de que o resíduo da indústria de caulim pode ser eficientemente incorporado na produção de mudas de *S. obtusifolium* com a necessidade mínima de esterco. Esse resultado mostra que o rejeito de caulim pode ser utilizado de forma eficiente na produção de mudas de *S. obtusifolium*, resultando em mudas com qualidade e, conseqüentemente, possibilitando a redução de impactos ambientais resultantes de sua disposição inadequada no meio ambiente.

#### 4. CONCLUSÃO

O rejeito de caulim e o esterco bovino podem ser utilizados na composição de substratos para a produção de mudas de *Sideroxylon obtusifolium*;

O substrato formulado com terra de subsolo (55%) + areia lavada (20%) + rejeito de caulim (20%) + EB (5%) é o recomendado para a produção de mudas da espécie;

A terra de subsolo pura e associada (75%) com a areia lavada e o rejeito de caulim (25%) não é indicada à produção de mudas de *Sideroxylon obtusifolium*.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M.I.; MAIA, S.M.F.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S.; ARAUJO FILHO, J.A. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral, CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.37, n.3, p.270-278, 2006.

ALBUQUERQUE, U.P.; ARAÚJO, E.L.; EL-DEIR, A.C.A.; LIMA, A.L.A.; SOUTO, A., BEZERRA, B.M.; FERRAZ, E.M.N.; FREIRE, E.M.X.; SAMPAIO, E.V.S.B.; LASCASAS, F.M.G.; MOURA, G.J.B.; PEREIRA, G.A.; MELO, J.G.; RAMOS, M.A.; RODAL, M.J.N.; SCHIEL, N.; LYRA-NEVES, R.M.; ALVES, R.R.N.; AZEVEDO-JÚNIOR, S.M.; TELINO JÚNIOR, W.R.; SEVERI, W. Caatinga revisited: ecology and conservation of an importante seasonal dry forest. **The Scientific World Journal**, Cairo, p.1-18, 2012.

ALVARENGA, A.A.; JUSTO, C.F.; DOUSSEAU, S.; VIEIRA, C.V. Efeito da temperatura e do tegumento na germinação de sementes de *Calophyllum brasiliense*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1872-1877, 2007.

ALVES, A.S.; OLIVEIRA, L.S.B.; ANDRADE, L.A.; GONÇALVES, G.S.; SILVA, J.M. Produção de mudas de angico em diferentes tamanhos de recipientes e composições de substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.7, n.2, p.39-44, 2012.

AQUINO, P.E.A.; MAGALHÃES, T.R.; NICOLAU, L.A.D.; LEAL, L.K.A.M.; AQUINO, N.C.; SANTOS, S.M.; TAVARES, K.R. The anti-inflammatory effects of N-methyl-(2S,4R)-trans-4-hydroxy-L-proline from *Syderoxylon obtusifolium* are related to its inhibition of TNF-alpha and inflammatory enzymes. **Phytomedicine**, [S.l.], v.24, p.14-23, 2017.

ARAÚJO, A.C.; ARAÚJO, A.C.; DANTAS, M.K.L.; PEREIRA, W.E.; ALOUFA, M.A.I. Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de mamoeiro Formosa. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v.8, n.1, p.210-216, 2013.

ARAUJO-NETO, V.; BOMFIM, R.R.; OLIVEIRA, V.O.B.; PASSOS, A.M.P.R.; OLIVEIRA, J.P.R.; LIMA, C.A.; MENDES, S.S.; ESTEVAM, C.S.; THOMAZZI, S.M. Therapeutic benefits of *Sideroxylon obtusifolium* (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn., Sapotaceae, in experimental models of pain and inflammation. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.20, n.6, p.933-8, 2010.

ARTUR, A.G.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; BARRETTO, V.C.M.; YAGI, R. Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, Brasília, v.42, n.6, p.843-850, 2007.

AZEVEDO, I.M.G.; ALENCAR, R.M.; BARBOSA, A.P.; ALMEIDA, N.O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara*) em viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v.40, n.1, p.157-164, 2010.

BALARDIN, R.S.; DALLAGNOL, L.J.; DIDONÉ, H.T.; NAVARINI, L. Influência do fósforo e do potássio na severidade da ferrugem da soja *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.31, n.5, p.462-467, 2006.

BOHNEN, H. Acidez e calagem. In: GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; TEDESCO, M.J. (eds.). **Princípios de fertilidade de solo**. Porto Alegre: Departamento de Solos. Faculdade de Agronomia. UFRGS, 1995. p.51-76.

BORTOLINI, M.F.; KOEHLER, H.S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; FORTES, A.M.T. Growth of *Cupania vernalis* seedlings produced under different substrates. **Científica**, Jaboticabal, v.44, n.4, p.599-607, 2016.

CABRAL, E.S.; LEITE FILHO, E.M.; ARAÚJO, R.B. Impactos ambientais: uma abordagem das atividades de beneficiamento de caulim na Região Borborema/Seridó na Paraíba. **Centro Científico Conhecer - Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.5, n.8, p.1-14, 2009.

CALDEIRA, M.V.W.; DELARMELINA, W.M.; FARIA, J.C.T.; JUVANHOL, R.S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.1, p.31-39, 2013.

CALDEIRA, M.V.W.; MARCOLIN, M.; MORAES, E.; SCHAADT, S.S. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. **Ambiência**, Guarapuava, v.3 n.3 p.311-323, 2007.

CALDEIRA, M.V.W.; ROSA, G.N.; FENILLI, T.A.B.; HARBS, R.M.P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.1, p.27-33, 2008.

CAMPOS, M.C.C.; MARQUES, F.J.; LIMA, A.G.; MENDONÇA, R.M.N. Crescimento de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata* L.) em substratos contendo doses crescentes

de rejeitos de caulim. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v.8, n.1, p.61-66, 2008.

CASTRO, E.B.; SANTOS, L.D.T.; FERNANDES, L.A.; TAJIMA, C.Y. Silicato de alumínio em substrato para produção de mudas de *Corymbia citriodora*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.23, n.2, p.229-236, 2016.

CAVALCANTE, A.L.G.; OLIVEIRA, F.A.; PEREIRA, K.T.O.; DANTAS, R.P.; OLIVEIRA, M.K.T.; CUNHA, R.C.; SOUZA, M.W.L. Desenvolvimento de mudas de mulungu fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas. **Floresta**, Curitiba, v.46, n.1, p.47-55, 2016.

CECONI, D.E.; POLETTO, I.; LOVATO, T.; MUNIZ, M.F.B. Exigência nutricional de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.- Hil.) à adubação fosfatada. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.17, n.1, p.25-32, 2007.

CUNHA, A.M.; CUNHA, G.M.; SARMENTO, R.A.; CUNHA, G.M.; AMARAL, J.F.T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

DELARMELINA, W.M.; CALDEIRA, M.V.W.; FARIA, J.C.T.; LACERDA, L.C. Uso de resíduo orgânico em substrato para produção de *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip var. *latistipula* (Benth.). **Cerne**, Lavras, v.21 n.3, p.429-437, 2015.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Mattawa, v.36, n.1, p.10-13, 1960.

EHLERS, T.; ARRUDA G.O.S.F. Utilização do pó de basalto em substratos para mudas de *Eucalyptus grandis*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.21, n.1, p.37-44, 2014.

FARIA, J.C.T.; CALDEIRA, M.V.W.; DELARMELINA, W.M.; ROCHA, R.L.F. Uso de resíduos orgânicos na produção de mudas de *Senna alata* (L.) Roxb. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v.1, n.3, p.133-146, 2013.

FARIA, J.C.T.; CALDEIRA, M.V.W.; DELARMELINA, W.M.; ROCHA, R.L.F. Substratos alternativos na produção de mudas de *Mimosa setosa* Benth. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n.4, p.1075-1086, 2016.

FERREIRA, D.F. **Sisvar**: Versão 5.1 (Build 72). DEX/UFLA. 2007.

FERREIRA, E.V.R.; PRATA, A.P.N.; MELLO, A.A. Floristic list from a Caatinga remnant in Poço Verde, Sergipe, Brazil. **Check List**, São Paulo, v.9, n.6, p.1354-1360, 2013.

FREITAS, E.C.S.; PAIVA, H.N.; LEITE, H.G.; OLIVEIRA NETO, S.N. Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus f. em resposta à adubação fosfatada e calagem. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.27, n.2, p.509-519, 2017.

GARCIA, V.A.; MODOLO, V.A.; LAGÔA, A.M.M.A.; NOMURA, E.S.; SÁES, L.A. Características do resíduo de mineração de areia como componente de substratos para a produção de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth). **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, supl.1, p.595-604, 2011.

GOMES, J.M; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais**: propagação sexuada. Viçosa, MG: Editora UFV, 2012. 116p.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.2, p.113-127, 2003.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Palotina, v.4, n.3, p.43-63, 2015.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica. México, 1948. 479p.

KRATKA, P.C.; CORREIA, C.R.M.A. Crescimento inicial de aroeira do sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v.39, n.3, p.551-559, 2015.

LACERDA, M.R.B.; PASSOS, M.A.A.; RODRIGUES, J.J.V.; BARRETO, L.P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.163-170, 2006.

LIMA, L.K.S.; MOURA, M.C.F.; SANTOS, C.C.; NASCIMENTO, K.P.C.; DUTRA, A.S. Produção de mudas de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) em resíduos orgânicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.64, n.1, p.1-11, 2017.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 384p.

MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; BARBOSA, J.C. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.5 p.817-824, 2005.

MARANHO, A.S.; PAIVA, A.V. Emergência de plântulas de supiarana (*Alchornea discolor* Poepp.) em substrato composto por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açai. **REVSBAU**, Piracicaba, v.6, n.1, p.85-98, 2011.

MARANHO, A.S.; PAIVA, A.V. Produção de mudas de *Physocalymma scaberrimum* em substratos compostos por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açai. **Floresta**, Curitiba, v.42, n.2, p.399-408, 2012.

MELO, J.G.; AMORIM, E.L.C.; ALBUQUERQUE, U.P. Native medicinal plants commercialized in Brazil - priorities for conservation. **Environmental Monitoring Assessment**, [S.l.], v.156, n.1-4, p.567-580, 2009.

MENEZES, R.R.; ALMEIDA, R.R.; SANTANA, L.N.L.; FERREIRA, H.S.; NEVES, G.A.; FERREIRA, H.C. Utilização do resíduo do beneficiamento do caulim na produção de blocos e telhas cerâmicos. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v.12, n.1, p.225-235, 2007.

MIRANDA, J.F.; BATISTA, I.M.P.; TUCCI, C.A.F.; ALMEIDA, N.O.; GUIMARÃES, M.A. Substrato para produção de mudas de macacaúba (*Platymiscium ulei* Harms) no município de Autazes, AM. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.4, p.555-562, 2013.

MIZOBATA, K.K.G.S.; CASSIOLATO, A.M.R.; MALTONI, K.L. Crescimento de mudas de baru e gonçalo-alves em solo degradado, suplementado com resíduo, em Ilha Solteira-SP. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.27, n.2, p.429-444, 2017.

MOTA, C.S.; SILVA, F.G.; DORNELLES, P.; FREIBERGER, M.B.; MENDES, G.C. Growth, nutrition and quality of *Pouteria gardneriana* (A. DC.) Radlk. seedlings produced in organic substrates. **Cerne**, Lavras, v.22, n.4, p.373-380, 2016.

NÓBREGA, R.S.A.; BOAS, R.C.V.; NÓBREGA, J.C.A.; PAULA, A.M.; MOREIRA, F.M.S. Utilização de bio sólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebynthifolius* Raddi). **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.2, p.239-246, 2007.

OLIVEIRA, L.S.B.; ANDRADE, L.A.; ALVES, A.S.; GONÇALVES, G.S. Substrato e volume de recipiente na produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Nativa**, Sinop, v.2, n.2, p.103-107, 2014.

PACHECO, M.V.; MATTEI, V.L.; MATOS, V.P.; SENA, L.H.M.; SALES, A.G.F.A. Dormência de sementes e produção de mudas de *Dimorphandra mollis* Benth. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.4, p.689-697, 2011.

PEREIRA, W.E.; SOUSA, G.G.; MENDONÇA, R.M.N.; SILVA, G.L. Crescimento de mudas de mamoeiro em substratos contendo caulim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.3, n.1, p.27-35, 2008.

PERSSON, H.; MAJDI, H. Effects of acid deposition on tree roots in Swedish forest stands. **Water, Air and Soil Pollution**, Dordrecht, v.85, n.3, p.1287-1292, 1995.

PRALON, A.Z.; MARTINS, M.A. Utilização do resíduo industrial Ferkal na produção de mudas de *Mimosa caesalpiniaefolia*, em estéril de extração de argila, inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.1, p.55-63, 2001.

REBOUÇAS, A.C.M.N.; MATOS, V.P.; FERREIRA, R.L.C.; SENA, L.H.M.; SALES, A.G.F.A.; FERREIRA, E.G.B.S. Métodos para superação da dormência de sementes de quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.). **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.22, n.1, p.183-192, 2012.

RODRIGUES, A.C.C.; OSUNA, J.T.A.; QUEIROZ, S.R.O.D.; RIOS, A.P.S. Efeito do substrato e luminosidade na germinação de *Anadenanthera colubrina* (Fabaceae, Mimosoideae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.2, p.187-193, 2007.

RODRIGUES, C.A.G.; BEZERRA, B.C.; ISHII, I.H.; CARDOSO, E.L.; SORIANO, B.M.A.; OLIVEIRA, H.O. **Arborização urbana e produção de mudas de essências florestais nativas em Corumbá, MS**. Corumbá: EMBRAPA Pantanal, 2002. 26p. il. (EMBRAPA Pantanal. Documentos, 42).

ROLIM, H.O. **Potencial de uso agrícola do rejeito de caulim**. 2003. 100f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2003.

SCHEER, M.B.; CARNEIRO, C.; SANTOS, K.G. Substratos à base de lodo de esgoto compostado na produção de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.38, n.88, p.637-644, 2010.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SILVA, E.A.; MARUYAMA, W.I.; MENDONÇA, V.; FRANCISCO, M.G.S.; BARDIVIESSO, D.M.; TOSTA, M.S. Composição de substratos e tamanho de recipientes na produção e qualidade das mudas de maracujazeiro ‘amarelo’. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.3, p.588-595, 2010.

SILVA, E.A.; MENDONÇA, V.; TOSTA, M.S.; OLIVEIRA, A.C.; REIS, L.L.; BARDIVIESSO, D.M. Germinação da semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v.29, n.2, p.245-254, 2008.

SILVA, K.B.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.N.P.; SOUSA, N.A.; AGUIAR, V.A. Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de quixaba. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.35, n.1, p.13-22, 2014.

SIMÕES, J.W. Problemática de produção de mudas em essências florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.4, n.13, p.1-6, 1987.

SOUZA, E.B.; PACHECO, M.V.; MATOS, V.P.; FERREIRA, R.L.C. Germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. em função de diferentes temperaturas e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.3, p.437-443, 2007.

TAVARES, F.M.; SCHULZ, K.; PEREIRA, R.C.A.; CIERJACKS, A.; CORTEZ, J.S.A. Floristic survey of the Caatinga in areas with different grazing intensities, Pernambuco, Northeast Brazil. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v.1, n.1, p.43-51, 2016.

TRIGUEIRO, R.M.; GUERRINI, I.A. Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de aroeira-pimenteira. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.4, p.657-665, 2014.



TROVÃO, D.M.B.M.; FERNANDES, P.D; ANDRADE, L.A.; DANTAS NETO, J.; OLIVEIRA, A.B; QUEIROZ, J.A. Avaliação do potencial hídrico de espécies da Caatinga sob diferentes níveis de umidade no solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.4, n.2, p.1-7, 2004.

VERAS, L.R.V.; POVINELLI, J.A. Vermicompostagem do lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciada com composto de lixo urbano. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.3, p.218-224, 2004.

YAGI, R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; BARBOSA, J.C. Organic matter fractions and soil fertility under the influence of liming, vermicompost and cattle manure. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, p.549-557, 2003.

ZACCHEO, P.V.C.; AGUIAR, R.S.; STENZEL, N.M.C.; NEVES, C.S.V.J. Tamanho de recipientes e tempo de formação de mudas no desenvolvimento e produção de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.2, p.603-607, 2013.

ZOZ, T.; LANA, M.C.; STEINER, F.; FRANDOLOSO, J.F.; FEY, R. Influência do pH do solo e de fertilizantes fosfatados sobre a adsorção de fósforo em latossolo vermelho. **Synergismus Scyentifica**, Pato Branco, v.4, n.1, p.1-3, 2009.

***CAPÍTULO V***

**DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO NO CRESCIMENTO DE  
MUDAS DE *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.**

**DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE  
*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.**

**RESUMO**

A Caatinga está entre os biomas brasileiros mais ameaçados devido à perda de seu componente arbustivo e arbóreo, influenciando negativamente na dinâmica das populações e equilíbrio ambiental. A espécie *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. possui importância ambiental, econômica, ecológica e social, mas apesar disso, as populações nativas são difíceis de serem localizadas. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a produção de mudas de *S. obtusifolium* em diferentes níveis de sombreamento. O experimento foi realizado seguindo um delineamento inteiramente ao acaso, no viveiro florestal do Laboratório de Ecologia Vegetal do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (LEV-DFCA-CCA/UFPB), em Areia-PB. As mudas foram produzidas nos seguintes níveis de sombreamento: pleno sol (0), 30, 50 e 70%, em sacos de polietileno da cor preta com dimensões 15 x 28 cm (largura x altura), contendo substrato formulado com terra de subsolo (55%) + areia lavada (20%) + rejeito de caulim (20%) + esterco bovino (5%). As plantas foram mensuradas a cada 30 dias para as variáveis altura de plantas, diâmetro do colo e relação altura de plantas/diâmetro do colo. Na última avaliação, além das variáveis mencionadas anteriormente foram determinados: número de ramos, comprimento da raiz, massa seca de raízes, folhas, caules, ramos, parte aérea e massa seca total, assim como a relação massa seca da parte aérea/raízes, índice de qualidade de Dickson, porcentagem de folhas e de raízes. A espécie *S. obtusifolium* tem plasticidade de crescimento nos diferentes níveis de sombreamento, entretanto, o vigor das mudas produzidas tende a diminuir com a intensificação do sombreamento até 70%. O desenvolvimento inicial da *S. obtusifolium*, em viveiro, foi condizente com os padrões esperados para as espécies de ocorrência na Caatinga, com equilíbrio de crescimento de suas características morfológicas nos menores níveis de sombreamento, investindo na formação de raízes e na relação altura/diâmetro do colo satisfatórios. Para a produção de mudas recomenda-se o ambiente de pleno sol ou com até 15% de sombreamento, sem perdas no seu vigor.

**Palavras-chave:** quixabeira, espécie florestal, luminosidade, produção de mudas.

**DIFFERENT LEVELS OF SHADING IN THE GROWTH OF *Sideroxylon obtusifolium*  
(Roem. & Schult.) T.D.Penn. SEEDLINGS**

**ABSTRACT**

The Caatinga is among the most threatened Brazilian biomes due to the loss of its shrub and arboreal components, negatively influencing the population dynamics and the environmental equilibrium. The species *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. has environmental, economic, ecological and social importance, but despite that, the native populations are difficult to be located. The objective of this study was to evaluate the production of *S. obtusifolium* seedlings at different levels of shading. The experiment was carried out in a completely randomized design, in the forest nursery of the Laboratório de Ecologia Vegetal do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (LEV-DFCA-CCA/UFPB), em Areia-PB, in Areia - PB. The seedlings were produced at the following levels of shading: full sun (0), 30, 50 and 70%, in black polyethylene bags with dimensions 15 x 28 cm (width x height), containing substrate formulated with subsoil soil (55%) + washed sand (20%) + kaolin waste (20%) + bovine manure (5%). The plants were measured every 30 days for the following variables: plant height, stem diameter and plant height/stem diameter ratio. In the last evaluation, in addition to the previous mentioned variables, the following variables were determined: number of branches, root length, dry matter of roots, leaves, stems, shoots, and total dry matter, Dickson quality index, percentage of leaves and roots. The species *S. obtusifolium* has growth plasticity at the different levels of shading, however, the vigor of the seedlings produced tends to decrease with the intensification of the shading up to 70%. The initial development of *S. obtusifolium* in the nursery was consistent with the expected patterns for the occurrence species in the Caatinga, with a stabilization of growth of its morphological characteristics in the lower levels of shading, investing in the formation of roots and in the height/stem diameter ratio. For the production of seedlings is recommended a environment of full sun light or with up to 15% of shading, without causing losses in the vigor of the seedlings.

**Keywords:** Quixabeira, forest species, luminosity, seedlings production.

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn. (Sapotaceae), popularmente conhecida por quixaba, quixabeira, rompe-gibão, entre outros nomes populares (LORENZI, 2002), é uma árvore que ocorre no domínio da Caatinga e pode atingir até 18 metros (KIILL e LIMA, 2011). A espécie se destaca pela sua importância ecológica, potencial econômico e medicinal, uma vez que, possui atividade antibactericida (LEANDRO et al., 2013), antifúngica (PEREIRA et al., 2016) e suas folhas e cascas são utilizadas na medicina popular, geralmente na forma de chás (AQUINO et al., 2016), como antibiótico, no combate a inflamações crônicas, problemas cardíacos, respiratórios e sanguíneos, distúrbios menstruais e dores no trato intestinal (ALBUQUERQUE et al., 2011). Além disso, os frutos da espécie, por possuírem alta concentração de açúcares (KIILL; MARTINS; SILVA, 2012), podem ser explorados comercialmente (GARRIDO et al.; 2007).

Existe carência na literatura com relação às informações de frutíferas nativas, como a espécie *S. obtusifolium* (GARRIDO et al., 2007), sobretudo quanto às abordagens sobre a propagação da espécie em condições de sombreamento e que possibilitem a recuperação de áreas degradadas da Caatinga. Essa formação vegetacional é exclusivamente brasileira (SANTOS; ALMEIDA-CORTEZ; FERNANDES, 2011) e ocupa cerca de 10% do território nacional (SOUZA; ARTIGAS; LIMA, 2015). A Caatinga é uma floresta tropical seca (ANDRADE, 2017), caracterizada pelas elevadas temperaturas, associadas à baixa precipitação anual (AZERÊDO; PAULA; VALERI, 2016), solos rasos e de baixa fertilidade e, muitas vezes, pedregosos (TROVÃO et al., 2007; SANTANA e SOUTO, 2011). No entanto, a Caatinga compreende diferentes tipos de vegetação com grande diversidade biológica (SANTOS et al., 2014), cujas plantas são adaptadas fisiologicamente às condições de escassez hídrica (TROVÃO et al., 2004).

A redução do número de espécies vegetais na Caatinga é resultante do desmatamento, da exploração das propriedades medicinais e/ou artesanais de suas espécies, bem como das queimadas e do cultivo de espécies exóticas na agricultura familiar (ARAÚJO e SOUSA, 2011). A remoção indiscriminada da vegetação natural resulta na perda de espécies vegetais que nunca foram estudadas e que, além da importância ecológica que desempenham na sua área de ocorrência, têm potencial medicinal, econômico e, consequentemente, social (GONÇALVES et al., 2011). Além disso, tal prática expõe o solo a agentes erosivos e favorece o processo de desertificação da região (GALINDO et al., 2008). Sendo assim, a falta de conhecimento do semiárido, sobretudo das espécies que o constituem e que têm potencial

produtivo são empecilhos que inviabilizam a exploração sustentável da Caatinga (ANDRADE et al., 2010), colocando em risco sua biodiversidade.

Diante da pressão antrópica sobre a Caatinga, tornam-se cada vez mais interessantes medidas mitigadoras, como a produção e plantio de mudas nativas, visando à recuperação de áreas degradadas, promovendo a recuperação do solo, reestabelecimento de processos ecológicos de regeneração natural da vegetação (polinização e dispersão), recarga do lençol freático por meio das raízes, atração de fauna local e restabelecimento da beleza cênica (ARAÚJO NETO; AGUIAR; FERREIRA, 2003; SILVA et al., 2011; FERREIRA et al., 2016).

Nesse sentido, estudos que promovam a recuperação das populações e uso sustentável das espécies florestais, a exemplo da produção de mudas, são extremamente importantes, tanto do ponto de vista ecológico como econômico, pois possibilitam a elaboração de projetos para as atividades de reflorestamento, plantios comerciais (ROCHA et al., 2014) e manejo de áreas de preservação.

Para garantir a eficiência no processo de produção de mudas via sexuada, assim como o uso racional das potencialidades das espécies nativas na recuperação de ambientes, é de suma importância o uso de sementes de qualidade (PIVETA et al., 2010), bem como técnicas adequadas quanto à escolha do recipiente, substrato (COSTA et al., 2015) e nível de sombreamento, os quais vão refletir diretamente na qualidade do produto final (DANTAS et al., 2011).

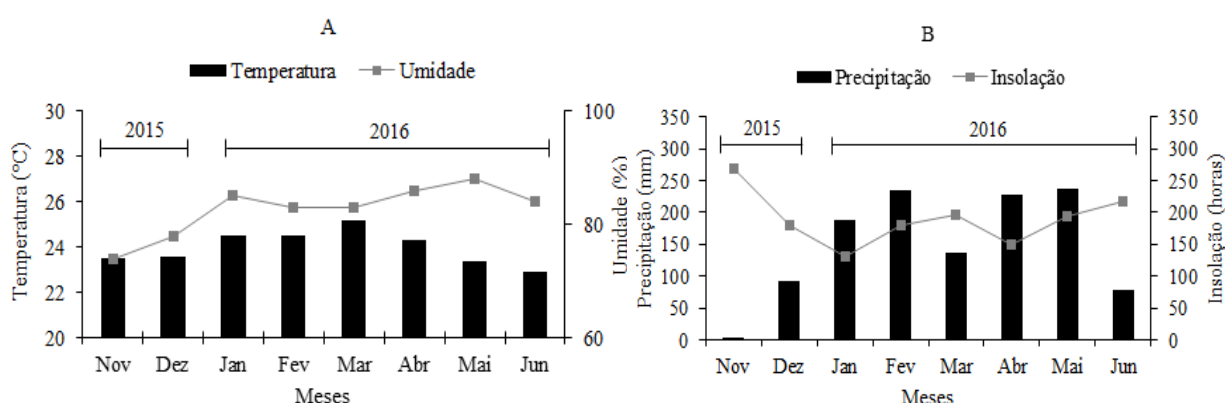
Estudos direcionados para a produção de mudas em condição de sombreamento artificial vêm sendo realizados (VARELA e SANTOS, 1992; PORTELA; SILVA; PINÃ-RODRIGUES, 2001; SESMA; DEMUNER; HEBLING, 2009; ANTUNES et al., 2014; SANTOS et al., 2014), tendo em vista que a luz influencia no crescimento das plantas, as quais demonstram diferentes respostas em função da intensidade luminosa (CANCIAN e CORDEIRO, 1998). A obtenção de informações geradas por essas pesquisas, além de aperfeiçoar a produção de mudas, permite a compreensão do estabelecimento das plantas no campo em função do aumento significativo da irradiância em áreas que sofreram perda da cobertura vegetal nativa (GONÇALVES; SANTOS JUNIOR, 2005) e que se encontram em diferentes graus de recuperação (ALMEIDA et al., 2005), pois o restabelecimento de uma floresta resulta da combinação de fatores e da interação entre espécies com exigências complementares quanto à necessidade luminosa (FREITAS et al., 2012).

Diante do exposto, o objetivo nesse trabalho foi avaliar a produção de mudas de *S. obtusifolium* em diferentes níveis de sombreamento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Local de condução do experimento

O experimento foi conduzido de dezembro de 2015 a junho de 2016, no viveiro florestal do Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV) do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrária da Universidade Federal da Paraíba (DFCA/CCA/UFPB), Areia-PB. O clima local, pela classificação de Köppen (1948), é do tipo AS', isto é, clima tropical semiúmido, com estação chuvosa no período outono-inverno. Durante o período de condução da pesquisa foram obtidos, na estação meteorológica do CCA, dados referentes à temperatura média (°C), umidade relativa do ar (%) e índices pluviométricos (mm) (Figura 1).



**Figura 1.** Dados meteorológicos referentes à temperatura média e umidade relativa do ar (A), precipitação pluvial e insolação (B) durante o período de condução do experimento, dezembro de 2015 a junho de 2016. CCA/UFPB/Areia/PB.

### 2.2. Local de colheita dos frutos

Os frutos de *S. obtusifolium* foram provenientes de árvores matrizes localizadas na zona rural do município de Boa Vista/PB (7°13'50" S, 36°13'57,7" W), Nordeste do Brasil. A colheita foi realizada diretamente na copa das plantas, com o auxílio de um podão e os frutos foram armazenados em sacolas plásticas e levados para o Laboratório de Análise de Sementes (LAS), onde foram, imediatamente, colocados em baldes com água para fermentar por cinco dias. Em seguida, foram friccionados em peneiras, adicionando-se água corrente para remoção da polpa e limpeza das sementes. Após serem limpas, as sementes foram postas

em bandejas plásticas forradas com papel toalha e deixadas para secar em ambiente de laboratório por 48 horas.

### 2.3. Produção das plântulas e níveis de sombreamento

Para a produção das plântulas de *S. obtusifolium*, as sementes foram escarificadas com lixa N° 80 sem embebição (REBOUÇAS et al., 2012 - adaptado) semeadas em bandejas de polietileno (47 x 33 x 7 cm), contendo vermiculita (SILVA et al., 2014) e, em seguida, foram cobertas com uma camada do referido substrato, de modo que não ficassem visíveis. Após a emergência, surgimento do primeiro par de folhas e quando estavam com uma altura de aproximadamente 5 cm, as plantas foram repicadas para sacos de polietileno com dimensões 15 x 28 cm (largura x altura) contendo o substrato formulado com terra de subsolo (55%) + areia lavada (20%) + rejeito de caulim (20%) + esterco bovino (5%). Esse substrato foi escolhido em função de sua eficiência na produção de mudas da espécie e ser constituído por uma pequena porcentagem de esterco (F.R.S. Cruz, - observação pessoal de acordo com os dados apresentados no Capítulo IV). O substrato utilizado foi previamente analisado no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba e apresentou as seguintes características: pH (em H<sub>2</sub>O) = 5,0; Alumínio trocável (Al<sup>3+</sup>) (cmolc/dm) = 0,0; Cálcio (Ca<sup>2+</sup>) = 0,51 cmolc/dm; Fósforo (P) = 51,21 mg/dm; Magnésio (Mg<sup>2+</sup>) = 0,28 cmolc/dm = Potássio (K) = 404,30 mg/dm; matéria orgânica (MO) = 14,25 g/kg; capacidade de troca de cátions (CTC) = 4,75 cmolc/dm; soma de bases (SB) = 2,15 cmolc/dm<sup>3</sup>.

As plantas foram transplantadas para os sacos no final da tarde, objetivando diminuir o estresse causado pela temperatura e, assim, favorecer o índice de pega. Para avaliar a exigência das plantas quanto à intensidade luminosa, foram utilizadas telas de cor preta (sombrite), com diferentes níveis de sombreamento (tratamentos), expressos em porcentagem, a saber: N<sub>1</sub> = 0% (pleno sol, controle); N<sub>2</sub> = 30%; N<sub>3</sub> = 50% e N<sub>4</sub> = 70%,. As plantas foram irrigadas sempre que necessário, de modo a manter o substrato sempre úmido (SILVA et al., 2017).



## 2.4. Variáveis avaliadas

As mudas de *S. obtusifolium*, de cada tratamento, foram avaliadas dos 15 (primeira leitura - T 0) aos 195 (T 180) dias após o transplântio (última leitura), com intervalos de 30 dias, quanto à:

- a) **Altura (A)** - medida realizada com uma régua graduada em centímetros a partir do colo da planta até o meristema apical e os resultados expressos em cm planta<sup>-1</sup>;
- b) **Diâmetro do colo (DC)** - medido na base do colo da planta com um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, com os resultados expressos em mm planta<sup>-1</sup>;
- c) **Relação altura/diâmetro do colo (A/DC)** - obtido pela razão da altura pelo diâmetro do colo nos intervalos descritos anteriormente. Na ocasião da primeira leitura, aos 15 dias após a o transplântio das mudas, também foi realizado o índice de pega das mudas repicadas.

No final do experimento (195 dias depois após o transplântio) foram avaliadas as seguintes variáveis:

- a) **Número de ramos** - obtido pela contagem de ramos principais, ou seja, originados do caule (ramos planta<sup>-1</sup>);
- b) **Comprimento da raiz (CR)** - aferido com uma régua graduada em centímetros a partir do colo até a extremidade da raiz mais longa (cm planta<sup>-1</sup>);
- c) **Massa seca de caule e ramos (MSCR) e folhas (MSF)** - as folhas foram separadas do caule e dos ramos (BÖHM, 1979) e postas separadamente em sacos de papel *Kraft* e levados para estufa de circulação de ar regulada a uma temperatura de 65 °C até atingirem pesos constantes, com os resultados em g planta<sup>-1</sup>;
- d) **Massa seca de raiz (MSRA)** - as raízes foram previamente lavadas (objetivando remover o substrato aderido às mesmas) e postas em sacos de papel *Kraft*, procedendo-se da mesma maneira como descrito anteriormente;
- e) **Massa seca total (MST)** - foi obtida pelo somatório da massa seca de raízes e parte aérea (g planta<sup>-1</sup>);
- f) **Relação entre a massa seca da parte aérea e de raízes (MSPA/MSRA)** - obtida a partir da divisão dos valores das massas secas da parte aérea e raízes;

- g) **Índice de qualidade de Dickson** - calculado pela fórmula: 
$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{H(cm)}{DC(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)}}$$

(DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960). O IQD é uma ferramenta que possibilita determinar com maior segurança a seleção de plantas mais vigorosas (REIS et al., 2016) porque no

cálculo são considerados a robustez (relação/altura/diâmetro do colo), assim como a distribuição da fitomassa, que leva em consideração a massa seca da parte aérea, das raízes e total (CHAVES e PAIVA, 2004).

*h) Porcentagem de folhas e raízes* - foram determinadas dividindo-se a massa seca de folhas e de raízes pela massa seca total, com o resultado multiplicado por 100.

## 2.5. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso e a unidade experimental constituída por dez mudas, em quatro repetições, totalizando 160 mudas. Os dados obtidos a partir de avaliações no tempo foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e de regressão polinomial até 5% de probabilidade pelo teste F, sendo testados os modelos linear e quadrático, escolhendo-se aquele de maior grau significativo. Os dados obtidos aos 195 dias de avaliação foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial, sendo considerados, como fator quantitativo, os níveis de sombreamento. As análises foram realizadas no *software* SAS (2011), em que os níveis de sombreamento foram comparados entre si por contrastes ortogonais, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1.** Coeficientes dos contrastes ortogonais utilizados para comparar os níveis de sombreamento pleno sol 0, 30, 50 e 70% de sombreamento.

Contrastes	Níveis de sombreamento			
	0	30	50	70
0 vs 30	1	-1	0	0
0 vs 50	1	0	-1	0
0 vs 70	1	0	0	-1

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas apresentou efeito significativo para os fatores isolados, enquanto que apenas para o diâmetro do colo e a relação altura/diâmetro do colo de mudas *S. obtusifolium* foi constatado efeito significativo na interação entre os níveis de sombreamento e o período de avaliação (Tabela 2).

**Tabela 2.** Análise de variância para as variáveis altura de plantas (A) - (cm planta<sup>-1</sup>), diâmetro do colo (DC) - (mm planta<sup>-1</sup>) e relação altura de plantas/diâmetro do colo (A/DC) de plantas de *Sideroxylon obtusifolium* em diferentes níveis de sombreamento e períodos de avaliação.

FV	GL	QM		
		A	DC	A/DC
Sombreamento (S)	3	23,016**	1,074**	7,051**
Períodos (P)	6	519,283**	16,887**	5,490**
S x P	18	3,286 <sup>ns</sup>	0,260**	0,913**
Resíduo	84	2,083	0,037	0,241
Total	111	-	-	-
CV (%)	-	13,11	8,04	10,99

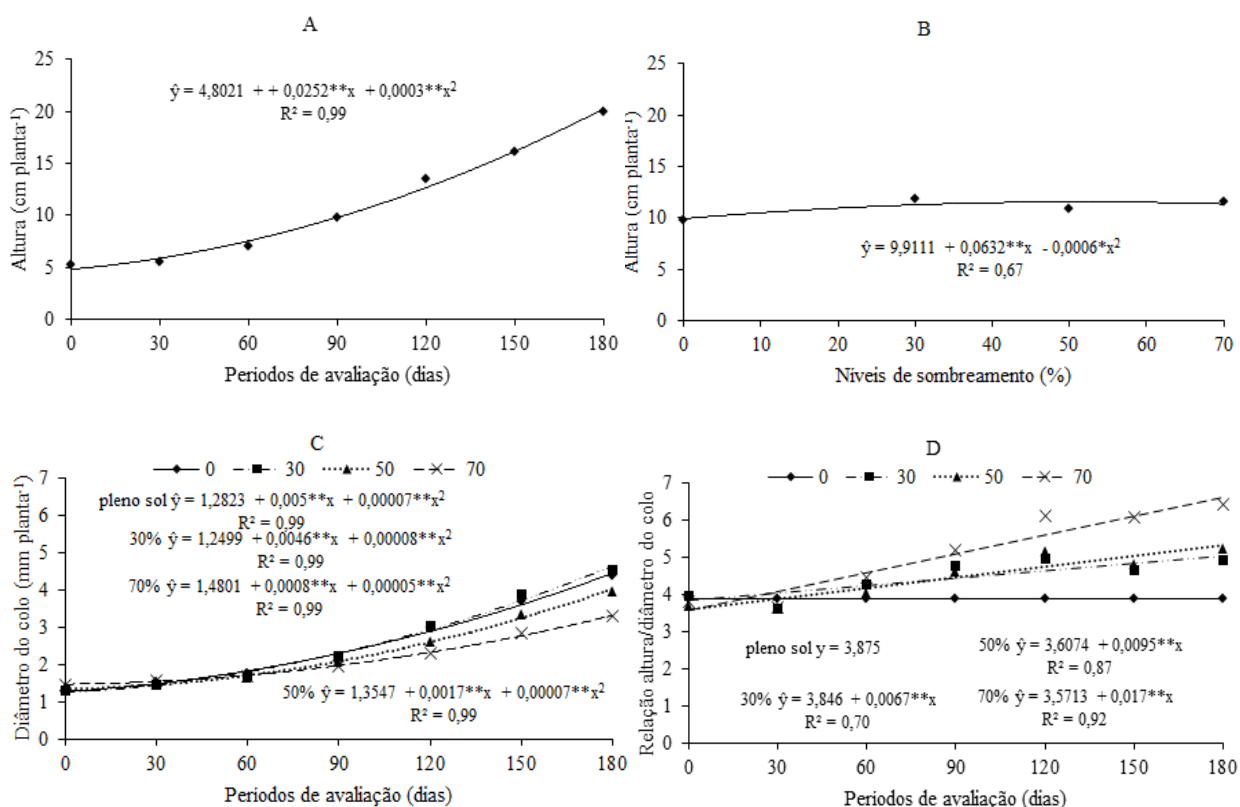
<sup>ns</sup> = não significativo; \*\*Valor de F significativo a 1% de probabilidade; QM = quadrado médio; FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; CV (%) = coeficiente de variação.

A altura das mudas de *S. obtusifolium* foi influenciada, de maneira independente, pelo período de avaliação e níveis de sombreamento, cujos maiores incrementos foram observados a partir dos 60 dias de avaliação (Figura 2A) e a curva de regressão estimou maiores alturas em ambientes sombreados (Figura 2B). Quanto ao diâmetro do colo (DC) foi constatado um ajuste quadrático dos dados para todos os níveis de sombreamento em função do período de avaliação. Na primeira leitura, realizada 15 dias após o transplântio das mudas, os valores iniciais do DC foram superiores em condições de 50 e 70% de sombreamento quando comparados àqueles obtidos a pleno sol e 30% de sombreamento. Entre 30 e 60 dias de avaliação, os valores obtidos foram próximos em todos os níveis, com variações mais expressivas dos 90 aos 120 dias, com os maiores valores obtidos para os níveis de sombreamento de 30%, pleno sol, 50 e 70%, respectivamente, até os 180 dias de avaliação (Figura 2C).

Pelos dados da Figura 2D, observa-se comportamento linear crescente para a relação altura/diâmetro do colo de mudas de *S. obtusifolium* nos níveis de sombreamento de 70, 50 e 30%, respectivamente, em função do período de avaliação, indicando um rápido crescimento em altura em comparação ao diâmetro do colo. Do ponto de vista biológico, em florestas, por exemplo, o sombreamento provocado pelas árvores faz com que as plantas jovens invistam em altura, à procura de luz, e o diâmetro não acompanha esse crescimento. O investimento em diâmetro só acontece depois que a planta atinge uma determinada altura em que ela consiga níveis suficientes para atender as suas necessidades fotossintéticas. Esse comportamento era esperado para a *S. obtusifolium*, pois se trata de uma espécie clímax (SCIPIONI; GALVÃO;

LONGHI, 2013) que possui sementes que germinam e plântulas que crescem preferencialmente à sombra.

De maneira semelhante ao observado para a espécie *S. obtusifolium*, as mudas de pau-ferro *Libidibia ferrea* var. *leiostachya* (Benth.) L.P.Queiroz (espécie clímax), tiveram um maior aumento no diâmetro do colo quando produzidas sob 50% de sombreamento em comparação àquelas sob 70% de sombra após 90 dias do transplântio (LENHARD et al., 2013). A intensificação do sombreamento reduz a produção de fotoassimilados, estando esse fato aparentemente mais relacionado com o crescimento do diâmetro do colo das plantas em comparação com o da parte aérea (KOZLOWSKI, 1962). As variáveis de crescimento de plantas são utilizadas para avaliar a sua tolerância ou não a situações de baixa disponibilidade de luz, uma vez que pode refletir a capacidade de adaptação das espécies a diferentes condições de ambiente de acordo com sua eficiência fotossintética (ALMEIDA et al., 2004), auxiliando no estabelecimento de padrões de produção das espécies.



**Figura 2.** Altura de plantas ao longo do tempo e aos 180 dias de avaliação, respectivamente (A-B), diâmetro do colo (C) e relação altura de plantas/diâmetro do colo (D) de mudas de *Sideroxylon obtusifolium*, em diferentes níveis de sombreamento e períodos de avaliação.

O índice de sobrevivência, contabilizado aos 15 dias após o transplântio das mudas de *S. obtusifolium* para os níveis 0, 30, 50 e 70% foram, respectivamente, de 77,5; 85; 70 e 85%, os quais foram altos e aproximados para todos os níveis de sombreamento. O elevado índice

de pega da espécie *S. obtusifolium* em ambiente de pleno sol é um dado esperado, considerando que esta é uma espécie nativa da Caatinga e, portanto, está adaptada às condições xerófilas desse bioma. Independentemente da sombra ou do sol, a espécie *S. obtusifolium* tem um elevado índice de sobrevivência, o que evidencia a facilidade de propagação de uma espécie florestal que mesmo adaptada às suas condições de regiões semiáridas, desenvolve-se muito bem na sombra quando produzida em ambiente em que a precipitação pluviométrica e oscilações térmicas são distintas do ambiente de sua ocorrência natural. Nesse sentido, cabe destacar que a *S. obtusifolium*, de forma semelhante a outras espécies pertencentes ao grupo ecológico das espécies clímax, tem sementes fotoblásticas neutras (SILVA et al., 2014), ou seja, não necessitam de luz direta para germinação e posterior crescimento da plântula (CARVALHO; SILVA; DAVIDE, 2006). A determinação do índice de pega, transcorrido o transplântio, é de grande importância, uma vez que o sombreamento reduz a incidência direta dos raios solares sobre as plantas e o substrato, minimizando a perda de água por evaporação e tornando o meio mais favorável ao estabelecimento das plantas.

Assim como o observado para *S. obtusifolium*, outras espécies da vegetação de Caatinga também apresentaram elevadas taxas do índice de sobrevivência, a exemplo da timbaúva [*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong], com o índice de sobrevivência maior que 80% verificado em ambiente de pleno sol até os 25 dias após a semeadura (MELO et al., 2008). Mudanças de ipê-roxo (*Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb.), espécie clímax, resultaram em 100% de índice de pega em ambiente de pleno sol e quando sob 30, 60 e 80% de sombra (ENGEL e POGGIANI, 1990). O percentual de sobrevivência para mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.), espécie secundária inicial, no ambiente de pleno sol foi de 68%, em um percentual de sobrevivência 25 dias após a semeadura (MELO e CUNHA, 2008), entretanto, esse valor foi o menor dentre os obtidos nos demais níveis de sombreamento (20, 40, 60 e 80%). Ao avaliarem a influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a sobrevivência de mudas de fedegoso [*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.], espécie pioneira e exigente em luz, Chaves e Paiva (2004) constataram que o aumento do período de sombreamento resultou numa maior taxa de sobrevivência, enfatizando que essa condição deve ser utilizada para maximizar a produção de mudas.

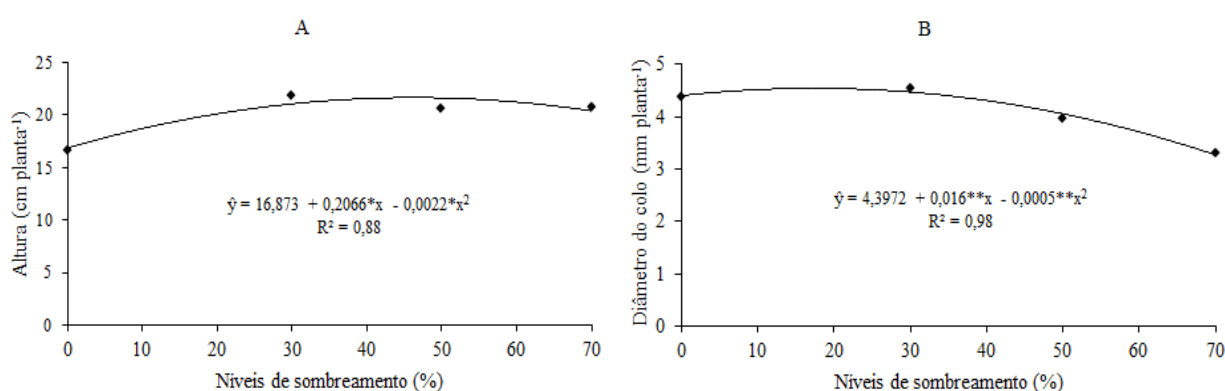
Registrou-se efeito significativo pelo teste F para todas as variáveis, conforme a Tabela 3.

**Tabela 3.** Análise de variância da regressão para as variáveis: altura (A) - (cm planta<sup>-1</sup>), diâmetro do colo (DC) - (mm planta<sup>-1</sup>), relação altura da planta/diâmetro do colo (A/DC) e número de ramos de plantas de *Sideroxylon obtusifolium* em função do nível de sombreamento, 195 dias após o transplantio.

FV	GL	QM			
		A	DC	A/DC	NR
Sombreamento	3	20,630*	1,216**	4,579**	7,442**
Resíduo	12	4,552	0,063	0,272	1,142
Total	15	-	-	-	-
CV (%)	-	10,67	6,25	10,24	33,80

\*Valor de F significativo a 5% de probabilidade; \*\*Valor de F significativo a 1% de probabilidade; QM = quadrado médio; FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; CV (%) = coeficiente de variação.

Os dados obtidos para a altura e diâmetro do colo de mudas de *S. obtusifolium* se ajustaram a modelos quadráticos de regressão (Figura 3 A-B). À medida que o nível de sombreamento foi intensificado foi observado um aumento na altura das mudas, com valor máximo (21,7 cm) no nível de sombreamento de 47%, com posterior decréscimo (Figura 3A). Isso significa que há uma faixa ótima de sombreamento, em torno dos 50%, que favorece o desenvolvimento das mudas da espécie que, em hábitat natural, só é possível em áreas conservadas, a partir do sombreamento proporcionado pelas copas das árvores já estabelecidas. Isso sugere que, em áreas antropizadas, a germinação e o estabelecimento de novos indivíduos de *S. obtusifolium* são comprometidos, sendo necessária a produção de mudas para o reflorestamento.



**Figura 3.** Altura de plantas (A) e diâmetro do colo (B) de mudas de *Sideroxylon obtusifolium* produzidas em diferentes níveis de sombreamento, 195 dias após o transplantio.

Para outras espécies de importância econômica como a *S. obtusifolium*, também foram verificados comportamentos semelhantes, a exemplo das mudas de castanheira do brasil (*Bertholletia excelsa* Blomp), cuja maior altura das mudas foi em condições de 25 a 50% de

sombreamento (ALBUQUERQUE; EVANGELISTA; ALBUQUERQUE NETO, 2015). Além dessa, as maiores alturas de mudas de jutaí-mirim (*Hymenaea parvifolia* Huber.), também foram obtidas em condição de 50 e 70% de sombreamento (SILVA et al., 2007), assim como os resultados obtidos para jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) e orelha-de-macaco (*E. contortisiliquum*) (LIMA; ZANELLA e CASTRO, 2010).

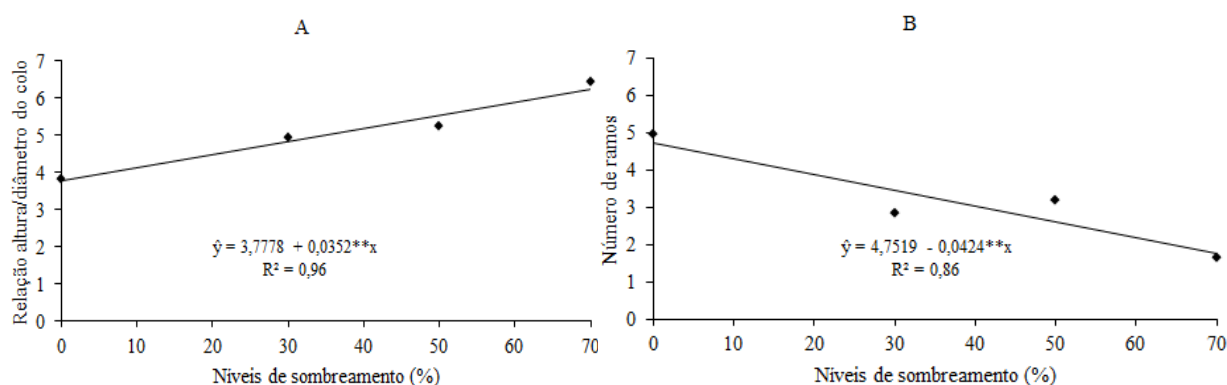
A curva de regressão do diâmetro do colo das mudas de *S. obtusifolium* estimou valor máximo (4,5 mm) no nível de sombreamento a 16%, com posterior decréscimo (Figura 3B). Embora as mudas produzidas em pleno sol tenham apresentado um menor valor para a altura, comparado com os demais níveis de sombreamento, a curva de regressão estimou valores médios muito próximos de diâmetro do colo em até 30% de sombreamento, o que pode estar relacionado com o maior estresse sofrido pelas plantas no ambiente de pleno sol e em níveis mais baixos de sombreamento. Nessas condições houve uma tentativa de fortalecimento do caule em condição de maior adversidade para posterior crescimento e desenvolvimento da planta.

Algumas espécies tiveram mudas com comportamento semelhante ao observado para *S. obtusifolium*, a exemplo do ipê [*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo], (SIEBENEICHLER et al., 2008), jequitibá-rosa [(*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze)] (REGO e POSSAMAI, 2006), paineira [(*Chorisia speciosa* A.St.-Hil.)] (PACHECO et al., 2013) e mulungu (*E. velutina*) (SANTOS e COELHO, 2013), para as quais foi constatado maior diâmetro do coleto na condição de maior disponibilidade de luz.

Resultados diferentes foram obtidos por Santos et al. (2014) para mudas de pau-de-balsa [*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.], nas quais foram constatados maiores diâmetro de colo nos ambientes com sombrite de 30% e com tela termo refletora a 50%. Para as mudas de baru (*Dipteryx alata* Vogel) (AJALLA et al., 2012) e de pau-rainha (*Brosimum rubescens* Taub.) (MARIMON et al., 2008), os maiores valores do diâmetro do coleto ocorreram na condição de 50% de sombreamento.

O aumento na taxa da relação altura de plantas/diâmetro do colo com a intensificação do nível de sombreamento indicou que as plantas de *S. obtusifolium* tiveram crescimento em altura maior que os incrementos de diâmetro do caule (Figura 4A). Esse desequilíbrio expressa que as mudas produzidas em níveis de sombreamento mais elevados podem estar mais vulneráveis após sua implantação no campo, uma vez que o diâmetro menor facilita as injúrias provocadas por fatores externos, a exemplo de quebra pelo vento ou pisoteio por animais.

Por ser uma espécie clímax e, conseqüentemente, de lento crescimento (SCIPIONI; GALVÃO; LONGHI, 2013; TSUKAMOTO FILHO et al., 2013), o aumento da relação altura/diâmetro do colo expressa a capacidade de indivíduos de *S. obtusifolium* em buscar luminosidade, demonstrando sua tolerância ao sombreamento que, por sua vez, é uma característica de espécies pertencentes ao referido grupo ecológico. A espécie jacarandá caviúna [*Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth.], de importância econômica e com características de espécies climáx apresentou um aumento na relação A/DC nos tratamentos com maiores níveis de sombreamento (PACHECO et al., 2013).



**Figura 4.** Relação altura de plantas/diâmetro do colo (A) e número de ramos (B) de mudas de *Sideroxylon obtusifolium* produzidas em diferentes níveis de sombreamento, 195 dias após o transplântio.

A amplitude de respostas das plantas à luminosidade é variável, principalmente em relação ao crescimento e desenvolvimento vegetativo da parte aérea e à sobrevivência das mudas (SANTOS e COELHO, 2013). Quanto menor o valor da relação altura de plantas/diâmetro do caule, menos delgada fica a planta, indicando um crescimento mais equilibrado. Cada espécie tem sua própria faixa de oscilação para a relação altura de plantas/diâmetro do caule (PAULA; PAIVA; MARANHO, 2013), não havendo, portanto, um padrão estabelecido para todas.

Para a espécie pinheiro-amarelo (*Pinus taeda* L.) os valores da relação entre altura e o diâmetro do caule devem situar-se entre 5,4 e 8,1 (CARNEIRO, 1995). Plantas com baixo diâmetro do coleto têm mais dificuldade de se manterem eretas após o plantio, sendo, portanto, a relação altura de plantas/diâmetro do caule uma variável utilizada para identificar a qualidade da muda (PACHECO et al., 2013). Além da menor altura observada para mudas de *S. obtusifolium* que cresceram em pleno sol, foi constatado maior adensamento da parte aérea devido a uma maior presença de folhas e ramos.

O número de ramos diminuiu linearmente em todos os níveis de sombreamento utilizados, sendo os maiores valores verificados a pleno sol (Figura 4B). Para as espécies



florestais, a determinação do número de ramos muitas vezes passa despercebida, mesmo sendo uma ferramenta que auxilia na escolha de mudas mais vigorosas antes de serem implantadas no campo. Além disso, torna-se fundamental para espécies como a *S. obtusifolium*, que possuem grande quantidade de folhas dispostas de forma irregular na parte aérea da planta, o que torna difícil sua quantificação.

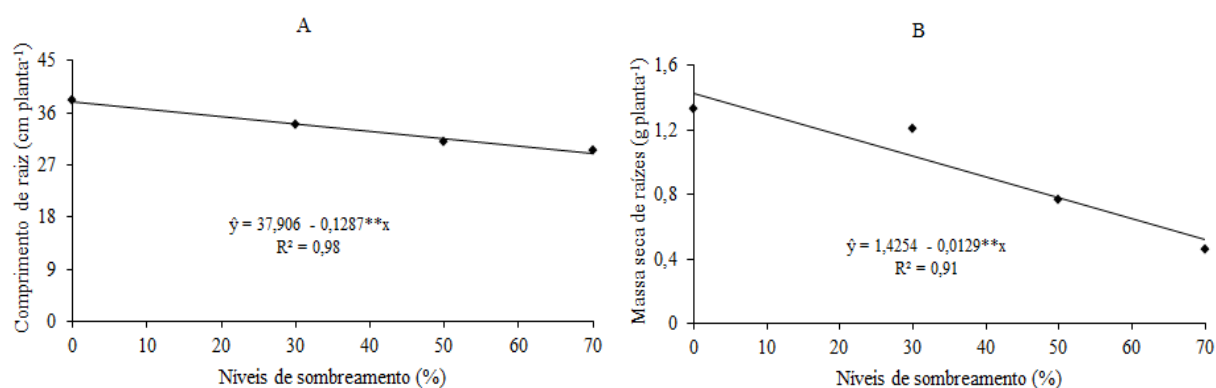
Observou-se que houve efeito significativo pelo teste F para todas as variáveis presentes na Tabela 4.

**Tabela 4.** Análise de variância para o comprimento de raiz (CRA), massa seca de raízes (MSR), massa seca de folhas (MSFO) e massa seca de caule e ramos (MSCRA) de mudas de *Sideroxylon obtusifolium* em função do nível de sombreamento, 195 dias após o transplantio.

FV	GL	QM			
		CRA	MSR	MSFO	MSCRA
Tratamentos	3	59,866*	20,630**	0,317**	0,541**
Resíduo	12	16,264	4,552	0,025	0,044
Total	15	-	-	-	-
CV (%)	-	12,19	10,67	17,09	22,26

\*Valor de F significativo a 5% de probabilidade; \*\*Valor de F significativo a 1% de probabilidade; QM = quadrado médio; FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; CV (%) = coeficiente de variação.

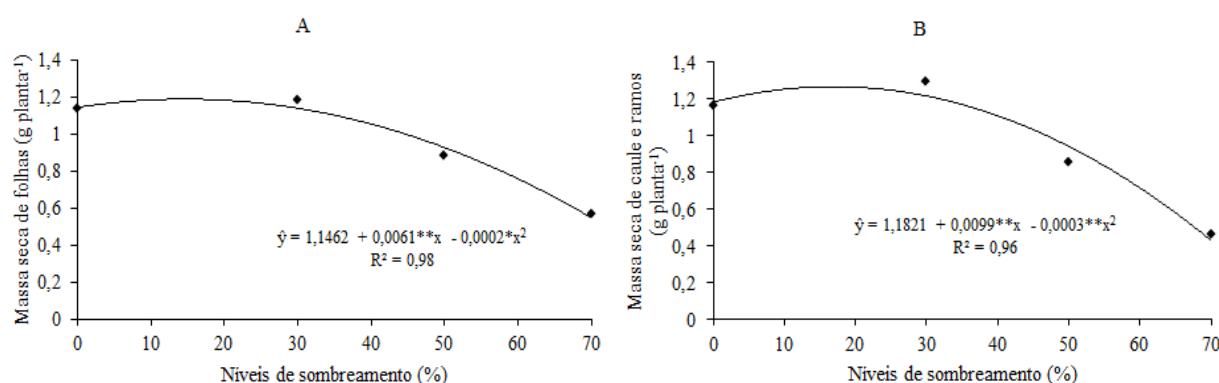
A exemplo do que ocorreu para o número de ramos, para o comprimento e massa seca de raízes de mudas de *S. obtusifolium*, houve uma diminuição linear com o aumento dos níveis de sombreamento avaliados e os maiores valores registrados para as mudas de pleno sol (Figura 5A-B). O ambiente de pleno sol também favoreceu a produção de biomassa radicular de mudas de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel) (FREITAS et al., 2012) e mulungu (*E. velutina*) (SANTOS e COELHO, 2013). As plantas que crescem em pleno sol estão mais expostas ao estresse hídrico, o que favorece o acúmulo de massa seca de raízes em relação à parte aérea (BONGARTEN e TESKEY, 1987; FERREIRA et al., 2012). A maior biomassa de raízes em mudas produzidas em pleno sol ou em níveis menos intensos de sombreamento pode ser um indicativo de seu preparo para condições com maior demanda transpiratória ou condições oligotróficas, nas quais a presença de luz intensa sugere um ambiente com menos nutrientes e água (CÂMARA e ENDRES, 2008).



**Figura 5.** Comprimento de raiz (A) e massa seca de raízes (B) de mudas de *Sideroxylon obtusifolium* produzidas em diferentes níveis de sombreamento, 195 dias após o transplantio.

Os ajustes quadráticos dos dados das variáveis massa seca de folhas e caule e ramos (Figura 6A-B) de mudas de *S. obtusifolium* indicaram pontos de máximos de 1,2 (15%) e 1,3 g (17%), respectivamente com posterior redução. Pelos dados obtidos, constatou-se que o investimento na produção de biomassa foliar foi equivalente à produção de caule e ramos tanto em pleno sol como em todos os níveis de sombreamento testados. A redução observada com o aumento do sombreamento indica a diminuição da capacidade fotossintética em função da diminuição no número de ramos e folhas.

A avaliação da biomassa seca de folhas em estudos de produção de mudas de espécies florestais é importante, uma vez que uma maior quantidade de folhas nas plantas indica maior intensidade fotossintética e, conseqüentemente, incrementos mais significativos no crescimento em altura e no diâmetro das plantas (CAMPOS et al.; 2008; SIEBENEICHLER et al., 2008). Ao avaliarem a influência da luminosidade no crescimento de mudas de ucuúba [*Virola surinamensis* (Rol.) Warb.] foi verificado que plantas cultivadas com sombreamento de 50% tiveram o maior acúmulo de massa seca de folhas e caule (LIMA; SILVA; MORAES, 2006).



**Figura 6.** Massa seca de folhas (A) e de caule e ramos (B) de mudas de *Sideroxylon obtusifolium* produzidas em diferentes níveis de sombreamento, 195 dias após o transplantio.

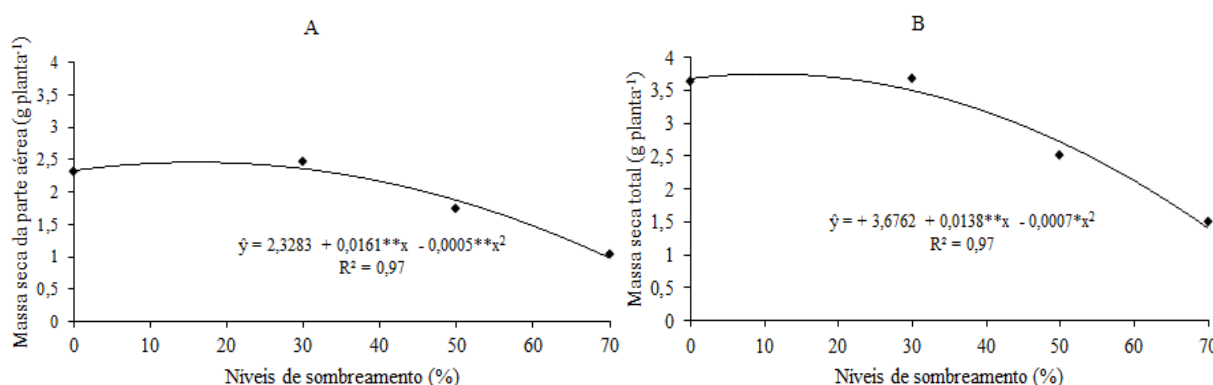
Para todas as variáveis presentes na Tabela 5 houve efeito significativo pelo teste F em função do nível de sombreamento.

**Tabela 5.** Análise de variância para a massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), relação massa seca da parte aérea/raízes (MSPA/MSRA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Sideroxylon obtusifolium* em função do nível de sombreamento, 195 dias após o transplantio.

FV	GL	QM			
		MSPA	MST	MSPA/MSRA	IQD
Tratamentos	3	1,685**	4,358**	0,231**	0,180**
Resíduo	12	0,129	0,290	0,036	0,007
Total	15	-	-	-	-
CV (%)	-	19,09	19,09	9,14	20,83

\*\*Valor de F significativo a 1% de probabilidade; QM = quadrado médio; FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; CV (%) = coeficiente de variação.

Os dados da massa seca da parte aérea se ajustaram a um modelo quadrático de regressão, com valor máximo estimado (2,5 g) no nível de sombreamento de 16% (Figura 7A), seguido de decréscimos, o qual está fortemente relacionado com a diminuição do adensamento da parte aérea, em função da redução no número de ramos e presença de poucas folhas, tendo em vista que para a altura de plantas e diâmetro do colo, as oscilações foram mínimas. A maior produção de massa seca da parte aérea de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* Linn), frutífera de importância econômica, foi quando estas se encontravam a pleno sol (MARTINAZZO et al., 2007).



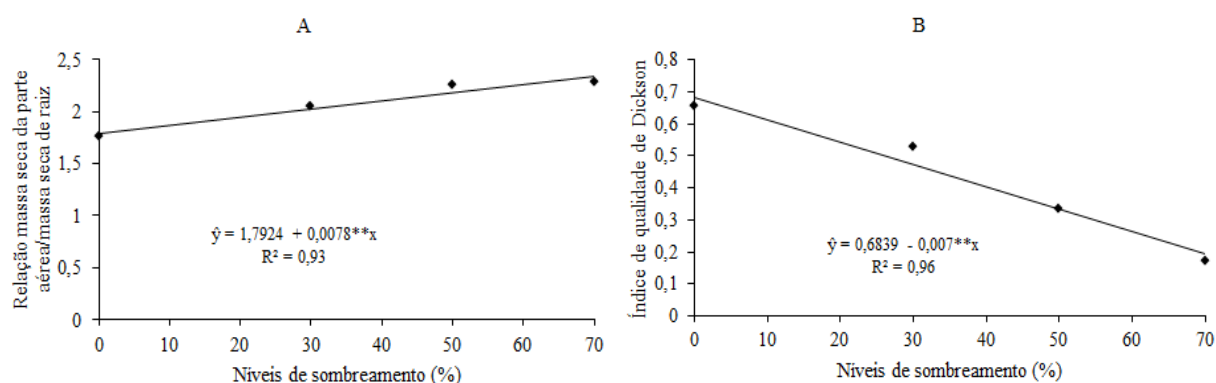
**Figura 7.** Massa seca da parte aérea (A) massa seca total (B) de mudas de *Sideroxylon obtusifolium* produzidas em diferentes níveis de sombreamento, 195 dias após o transplantio.

A máxima massa seca total de mudas de *S. obtusifolium* (3,7 g) foi obtida no nível de 9% de sombreamento, com forte queda a partir desse ponto (Figura 7B). Esse comportamento foi um reflexo do declínio da massa seca de raízes e parte aérea em função da restrição à luz. As mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) também apresentaram maior média de massa seca total em mudas produzidas a pleno sol, entretanto, no sombreiro (*Clitoria fairchildiana* R.A.Howard), o sombreamento a 70% proporcionou os maiores valores (SCALON et al., 2006) e nas mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), a massa seca total acumulada foi maior no sombreamento a 50% (CÂMARA e ENDRES, 2008).

A razão entre a massa seca da parte aérea e das raízes (MSPA/MSRA) de *S. obtusifolium* aumentou linearmente com a intensificação do nível de sombreamento, o que pode ser justificado pelo maior acúmulo de biomassa da parte aérea em relação à de raízes (Figura 8A). Mudas de espécies florestais de qualidade têm uma relação (MSPA/MSRA) de valor 2, indicando que a biomassa aérea seja o dobro da biomassa radicular (BRISSETTE, 1984). Nessa perspectiva, mudas de *S. obtusifolium* produzidas em níveis de sombreamento de 30 a 70% seriam as de maior qualidade, entretanto, é importante destacar que a avaliação de outras variáveis, a exemplo do índice de qualidade de Dickson (IQD), auxilia na determinação mais precisa do vigor das mudas florestais.

As mudas de *S. obtusifolium* apresentaram um decréscimo no IQD com a restrição de luz, indicando uma queda no seu vigor (Figura 8B). Isso significa que, apesar da espécie ter respondido ao sombreamento de acordo com o seu grupo ecológico, as mudas produzidas em ambiente mais sombreado para posterior transplantio no campo, resultaria em plantas menos adequadas para tolerarem as adversidades impostas pelo meio. A qualidade de mudas de carnaubeira [*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore] também foi superior quando produzidas sem sombreamento (REIS et al., 2011). Em plantas de timbaúva (*E.*

*contortisiliquum*), além do pleno sol, a produção de mudas com sombreamento de 20% resultou no maior valor para o IQD (MELO et al., 2008).



**Figura 8.** Relação massa seca da parte aérea/massa seca de raízes (A) índice de qualidade de Dickson (B) de mudas de *Sideroxylon obtusifolium* produzidas em diferentes níveis de sombreamento, 195 dias após o transplantio.

Através do resumo da análise de variância na Tabela 6 é possível verificar que houve efeito significativo pelo teste F para as variáveis: porcentagem de folha (%FO) e de raiz (%RA) de mudas de *S. obtusifolium* em função do nível de sombreamento (Tabela 6).

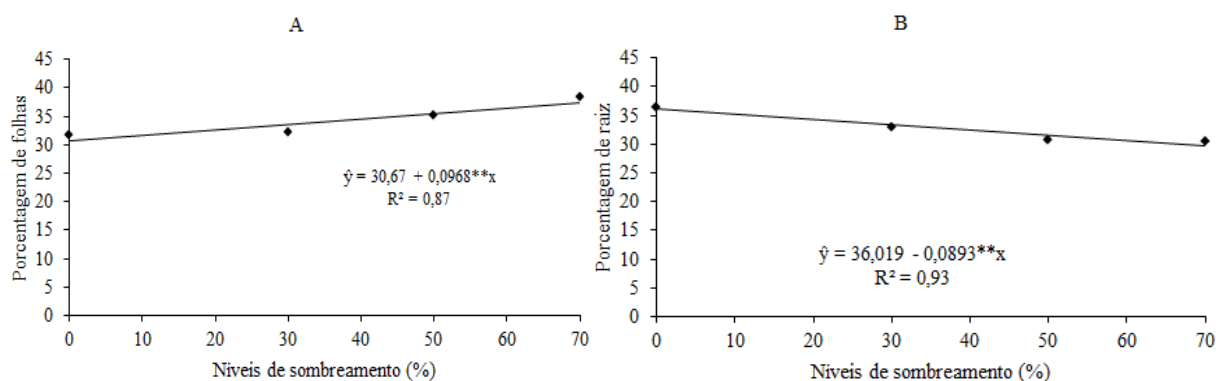
**Tabela 6.** Análise de variância para a porcentagem de folhas (%FO) e de raízes (%RA) de mudas de *Sideroxylon obtusifolium* em função do nível de sombreamento, 195 dias após o transplantio.

FV	GL	QM	
		%FO	%RA
Tratamentos	3	38,443**	30,573**
Resíduo	12	2,651	5,125
Total	15	-	-
CV (%)	-	4,75	6,93

\*\*\*Valor de F significativo a 1% de probabilidade; FV = fonte de variação; QM = quadrado médio; GL = grau de liberdade; CV (%) = coeficiente de variação.

A determinação da porcentagem de caule e ramos, folhas e raízes permitiu verificar a fração dessas características em relação à massa seca total, mesmo que esta tenha sido reduzida com o aumento do nível de sombreamento. Os dados da porcentagem de folhas das mudas de *S. obtusifolium* se ajustaram a um modelo linear de regressão, indicando um aumento constante com a redução da intensidade luminosa (Figura 9A). Embora a massa seca da parte aérea tenha sido reduzida com o aumento do sombreamento até o nível de (16%), o

percentual de folhas aumentou em relação ao peso seco total das plantas, o que está diretamente relacionado, sobretudo, com o decréscimo da massa seca de raízes.



**Figura 9.** Porcentagem de folhas (A) e de raiz (B) de mudas de *Sideroxylon obtusifolium* produzidas em diferentes níveis de sombreamento, 195 dias após o transplantio.

O percentual de raízes acompanhou o comportamento observado para a massa seca de raízes, indicando uma menor participação dessa variável na massa seca total das plantas com a diminuição da incidência luminosa (Figura 9B). O aumento na porcentagem de folhas e o decréscimo de raízes em relação à massa seca total de mudas de *S. obtusifolium* pode ser explicado pela preferência de alocação de biomassa na parte aérea com a diminuição da irradiância (KITAJIMA, 1994).

Na Tabela 7 estão os dados da estimativa do contraste dos valores das variáveis avaliadas nos níveis de sombreamento de 30, 50 e 70% em relação aos de pleno sol. Diante dos valores obtidos, constatou-se maior incremento de altura das mudas de *S. obtusifolium* na transição do pleno sol para 30% de sombreamento ( $5,187 \text{ cm planta}^{-1}$ ), quando comparada com a transição do pleno sol para 70% de sombreamento ( $4,062 \text{ cm planta}^{-1}$ ). Diferentemente do que foi observado para a variável altura, a ausência de incrementos no diâmetro do colo nos sombreamentos de 50 e 70% em relação ao ambiente de pleno sol justifica o crescente aumento da relação altura diâmetro do colo.

**Tabela 7.** Estimativa dos contrastes dos valores das variáveis avaliadas em relação ao nível 0% de sombreamento (pleno sol), 195 dias após o transplântio.

Variáveis	Contrastes		
	0 vs 30	0 vs 50	0 vs 70
Altura (A) - cm planta <sup>-1</sup>	-5,187**	-3,962*	-4,062*
Diâmetro do colo (DC) - mm planta <sup>-1</sup>	-0,160 <sup>ns</sup>	0,418*	1,074**
Relação altura/diâmetro do colo (A/DC)	-1,104*	-1,424**	-2,600**
Número de ramos (NR)	2,100*	1,750*	3,300**
Comprimento de raiz (CRA) - cm planta <sup>-1</sup>	4,087 <sup>ns</sup>	7,237*	8,750**
Massa seca de raízes (MSRA) - g planta <sup>-1</sup>	0,127 <sup>ns</sup>	0,565**	0,877**
Massa seca de folhas (MSFO) - g planta <sup>-1</sup>	-0,045 <sup>ns</sup>	0,255*	0,567**
Massa seca de caule e ramos (MSCR) - g planta <sup>-1</sup>	-0,125 <sup>ns</sup>	0,312 <sup>ns</sup>	0,700**
Massa seca da parte aérea (MSPA) - g planta <sup>-1</sup>	-0,170 <sup>ns</sup>	0,567*	1,267**
Massa seca total (MST) - g planta <sup>-1</sup>	-0,042 <sup>ns</sup>	1,132*	2,145**
Relação massa seca parte aérea/raiz (MSPA/MSRA)	-0,282 <sup>ns</sup>	-0,497**	-0,516**
Índice de qualidade de Dickson (IQD)	0,127 <sup>ns</sup>	0,319**	0,482**
Porcentagem de folha (%FO) - %	-0,518 <sup>ns</sup>	-3,652**	-6,684**
Porcentagem de raiz (%RA) - %	3,515*	5,742**	5,953**

ns, \* e \*\*. Não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A partir dos contrastes observados para o número de ramos, comprimento e massa seca de raízes foi observado que o ambiente de pleno sol foi o mais favorável para as referidas características, bem como para a porcentagem de raiz e IQD, indicando maior equilíbrio e vigor das plantas produzidas nessas condições. A redução no IQD foi diretamente influenciada com a queda da massa seca total das mudas de *S. obtusifolium*, principalmente, entre os níveis de 30 a 70% de sombreamento, bem como devido a uma superioridade no incremento de altura em relação ao diâmetro, o que resultou a obtenção de mudas mais delgadas.

#### 4. CONCLUSÃO

Para a produção de mudas de *Sideroxylon obtusifolium* recomenda-se o ambiente de pleno sol ou com até 15% de sombreamento.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJALLA, A.C.A.; VOLPE, E.; VIEIRA, M.C.; ZÁRATE, N.A.H. Produção de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) sob três níveis de sombreamento e quatro classes texturais de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.3, p.888-896, 2012.
- ALBUQUERQUE, T.C.S.; EVANGELISTA, T.C.; ALBUQUERQUE NETO, A.A.R. Níveis de sombreamento no crescimento de mudas de castanheira do Brasil. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v.9, n.4, p.440-445, 2015.
- ALBUQUERQUE, U.P.; SOLDATI, G.T.; SIEBER, S.S.; LINS NETO, E.M.F.; SÁ, J.C.; SOUZA, L.C. Use and extraction of medicinal plants by the Fulni-ô indians in northeastern Brazil - implications for local conservation. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, Feira de Santana, v.11, n.2, p.309-320, 2011.
- ALMEIDA, L.P.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; ZANELA, S.M.; VIEIRA, C.V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.83-88, 2004.
- ALMEIDA, S.M.Z.; SOARES, A.M.; CASTRO, E.M.; VIEIRA, C.V.; GAJEGO, E.B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.62-68, 2005.
- ANDRADE, A.P.; COSTA, R.G.; SANTOS, E.M.; SILVA, D.S. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.4, n.4, p.1-14, 2010.
- ANDRADE, E.M. A floresta tropical seca, Caatinga: as certezas e incertezas das águas. **Tordesillas Revista de Investigación Multidisciplinar**, Valladolid, n.12, p.11-20, 2017.
- ANTUNES, C.G.C.; SOUZA, C.L.M.; GOMES, H.L.R.; SOUZA, J.V.; BARROSO, N.S.; CASTRO, R.D.; PELACANI, C.R. Desenvolvimento de mudas de catingueira em diferentes substratos e níveis de luminosidade. **Cerne**, Lavras, v.20, n.1, p.55-60, 2014.
- AQUINO, P.; FIGUEREDO, F.G.; PEREIRA, N.; NASCIMENTO, E.; MARTIN, A.; VERAS H.; OLIVEIRA, C.; FERREIRA, S.; LEANDRO, L.; SILVA, M.; MENEZES, I. Avaliação da atividade anti-inflamatória tópica e antibacteriana do extrato metanólico das folhas de *Sideroxylon obtusifolium*. **Acta Biológica Colombiana**, Bogotá, v.21, n.1, p.131-140, 2016.

ARAÚJO, C.S.F.; SOUSA, A.N. Estudo do processo de desertificação na Caatinga: uma proposta de educação ambiental. **Ciência e Educação**, Bauru, v.17, n.4, p.975-986, 2011.

ARAÚJO NETO, J.C.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.26, n.2, p.249-256, 2003.

AZERÊDO, G.A.; PAULA, R.C.; VALERI, S.V. Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. sob estresse hídrico. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n.1, p.193-202, 2016.

BÖHM, W. **Methods of studying root system**. Berlin, Springer-Verlag. 1979. 200p.

BONGARTEN, B.C.; TESKEY, R.O. Dry weight partitioning and its relationship to productivity in loblolly pine seedlings from seven sources. **Forest Science**, Bethesda, v.33, n.2, p.255-267, 1987.

BRISSETTE, J.C. **Summary of discussions about seedling quality**. Separata de: Southern Nursery Conferences (1984: Alexandria, LA). Proceedings. New Orleans: USDA. Forest Service. Southern Forest Experiment Station, 1984. p.127-128.

CÂMARA, C.A.; ENDRES, L. Desenvolvimento de mudas de duas espécies arbóreas: *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e *Sterculia foetida* L. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. **Revista Floresta**, Curitiba, v.38, n.1, p.43-51, 2008.

CAMPOS, M.C.C.; MARQUES, F.J.; LIMA, A.G.; MENDONÇA, R.M.N. Crescimento de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata* L.) em substratos contendo doses crescentes de rejeitos de caulim. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v.8, n.1, p.61-66, 2008.

CANCIAN, M.A.E.; CORDEIRO, L. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.12, n.3, p.367-372, 1998.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451p.

CARVALHO, L.R.; SILVA, E.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.28, n.2, p.15-25, 2006.

- CHAVES, A.S.; PAIVA, H.N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.65, p.22-29, 2004.
- COSTA, E.; DIAS, J.G.; LOPES, K.G.; BINOTTI, F.F.S.; CARDOSO, E.D. Telas de sombreamento e substratos na produção de mudas de *Dipteryx alata* Vog. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.22, n.3, p.416-425, 2015.
- DANTAS, B.F.; LOPES, A.P.; SILVA, F.F.S.; BATISTA, P.F.; PIRES, M.M.M.L.; ARAGÃO, C.A. Produção de mudas de catingueira-verdadeira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) em função de substratos e luminosidades. **Científica**, Jaboticabal, v.39, n.1/2, p.34-43, 2011.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Mattawa, v.36, n.1, p.10-13, 1960.
- ENGEL; V.L.; POGGIANI, F. Influência do sobreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais. **IPEF**, Piracicaba, n.43/44, p.1-10, 1990.
- FERREIRA, E.M.; ANDRAUS, M.P.; CARDOSO, A.A.; COSTA, L.F.S.; LÔBO, L.M.; LEANDRO, W.M. Recuperação de áreas degradadas, adubação verde e qualidade da água. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v.15, n.1, p.228-246, 2016.
- FERREIRA, W.N.; ZANDAVALLI, R.B.; BEZERRA, A.M.E.; MEDEIROS FILHO, S. Crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altshul (Mimosaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.26, n.2, p.408-414. 2012.
- FREITAS, G.A.; VAZ-DE-MELO, A.; PEREIRA, M.A.B.; ANDRADE, C.A.O.; LUCENA, G.N.; SILVA, R.R. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerolobium paniculatum* Vogel para recuperação de área degradada. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v.3, n.3, p.5-12, 2012.
- GALINDO, I.C.L.; RIBEIRO, M.R.; SANTOS, M.F.A.V.; LIMA, J.F.W.F.; FERREIRA, R.F.A.L. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.3, p.1283-1296, 2008.

GARRIDO, M.S.; SOARES, A.C.F.; SOUSA, C.S.; CALAFANTE, P.L.P. Características física e química de frutos de quixaba (*Sideroxylon obtusifolium* Penn.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.4, p.34-37, 2007.

GONÇALVES, G.S.; ANDRADE, L.A.; XAVIER, K.R.F.; OLIVEIRA, L.S.B.; MOURA, M.A. Estudo do banco de sementes do solo em uma área de Caatinga invadida por *Parkinsonia aculeata* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.9, n.4, p.428-436, 2011.

GONÇALVES, J.F.C.; SANTOS JÚNIOR, U.M. Utilization of the chlorophyll a fluorescence technique as a tool for selecting tolerant species to environments of high irradiance. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v.17, n.3, p.307-313, 2005.

KIILL, L.H.P.; MARTINS, C.T.V.D.; SILVA, P.P. **Morfologia e dispersão dos frutos de espécies da Caatinga ameaçadas de extinção**. Petrolina: EMBRAPA Semiárido, 2012. 23p. (EMBRAPA Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 97).

KIILL, L.H.P.; LIMA, P.C.F. **Plano de manejo para espécies da Caatinga ameaçadas de extinção na reserva legal do projeto salitre**. Petrolina, 2011. 55p. (EMPRAPA semiárido. Documentos, 243).

KITAJIMA, K. Relative importance of photosynthetic traits and allocation patterns as correlates of seedling shade tolerance of 13 tropical trees. **Oecologia**, Berlin, v.98, n.3, p.419-428, 1994.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Econômica. México, 1948. 479p.

KOZLOWSKI, T.T. **Tree growth**. The Ronald Press, New York, p.149-170, 1962.

LEANDRO, L.M.G.; AQUINO, P.E.A. MACEDO, R.O. RODRIGUES, F.F.G.; GUEDES, T.T.A.M.; FRUTUOSO, A.D.; COUTINHO, H.D.M.; BRAGA, J.M.A.; RIBEIRO, T.R.G.; MATIAS, E.F.F. Avaliação da atividade antibacteriana e modulatória de extratos metanólico e hexânico da casca de *Sideroxylon obtusifolium*. **Revista E-Ciência**, Juazeiro do Norte, v.1, n.1, p.1-13, 2013.

LENHARD, N.R.; PAIVA NETO, V.B.; SCALON, S.P.Q.; ALVARENGA, A.A. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.43, n.2, p.178-186, 2013.

- LIMA, A.L.S.; ZANELLA, F.; CASTRO, L.D.M. Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v.40, n.1, p.43-48, 2010.
- LIMA, J.D.; SILVA, B.M.S.; MORAES, W.S. Efeito da luz no crescimento de plântulas de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, Garça**, n.8, p.1-10, 2006.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 384p.
- MARIMON, S.B.; FELFINI, J.M.; MARINON JÚNIOR, B.; FRANCO, A.C.; FAGG, C.W. Desenvolvimento inicial e partição de biomassa de *Brosimum runbescens* Taub. (Moraceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.22, n.4, p.941-953, 2008.
- MARTINAZZO, E.G.; ANESE, S.; WANDSCHEER, A.C.D.; PASTORINI, L.H. Efeito do sombreamento sobre o crescimento inicial e teor de clorofila foliar de *Eugenia uniflora* Linn (Pitanga) - Família Myrtaceae. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.2, p.162-164, 2007.
- MELO, R.R.; CUNHA, M.C.L. Crescimento inicial de mudas de mulungu (*Erythrina velutina* Wild.) sob diferentes níveis de luminosidade. **Ambiência**, Guarapuava, v.4, n.1, p.67-77, 2008.
- MELO, R.R.; CUNHA, M.C.L.; RODOLFO JÚNIOR, F.; STANGERLIN, D.M.. Crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. sob diferentes níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.3, n.2, p.138-144, 2008.
- PACHECO, F.V.; PEREIRA, C.R.; SILVA, R.L.; ALVARENGA, I.C.A. Crescimento inicial de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex. Benth. (Fabaceae) e *Chorisia speciosa* A.St.-Hil (Malvaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.5, p.945-953, 2013.
- PAULA, S.R.P.; PAIVA, A.V.; MARANHO, A.S. Transposição de plântulas de *Alchornea castaneifolia* (Willd.) A. Juss. da regeneração natural como estratégia de produção de mudas em viveiro. **Cerne**, Lavras, v.19, n.2, p.323-330, 2013.

PEREIRA, J.V.; FREIRES, I.A.; CASTILHO, A.R.; CUNHA, M.G.; ALVES, H.S.; ROSALEN, P.L. Antifungal potential of *Sideroxylon obtusifolium* and *Syzygium cumini* and their mode of action against *Candida albicans*. **Pharmaceutical Biology**, Londres, v.54, n.10, p.2312-2319, 2016.

PIVETA, G.; MENEZES, V.O.; PEDROSO, D.C.; MUNIZ, M.F.B.; BLUME, E.; WIELEWICKI, A.P. Superação de dormência na qualidade de sementes e mudas: influência na produção de *Senna multijuga* (L. C. Rich.) Irwin & Barneby. **Acta Amazonica**, Manaus, v.40, n.2, p.281-288, 2010.

PORTELA, R.C.Q.; SILVA, I.L.; PINÃ-RODRIGUES, F.C.M. Crescimento inicial de mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.2, p.163-170, 2001.

REBOUÇAS, A.C.M.N.; MATOS, V.P.; FERREIRA, R.L.C.; SENA, L.H.M.; SALES, A.G.F.A.; FERREIRA, E.G.B.S. Métodos para superação da dormência de sementes de quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D.Penn.). **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.22, n.1, p.183-192, 2012.

REGO, G.M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.53, p.179-194, 2006.

REIS, R.G.E.; PEREIRA, M.S.; GONÇALVES, N.R.; PEREIRA, D.S.; BEZERRA, A.M.E. Emergência e qualidade de mudas de *Copernicia prunifera* em função da embebição das sementes e sombreamento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.4, p.43-49, 2011.

REIS, S.M.; MARIMON-JÚNIOR, B.H.; MORANDI, P.S.; OLIVEIRA-SANTOS, C. OLIVEIRA, B.; MARIMON, B.S. Desenvolvimento inicial e qualidade de mudas de *Copaifera langsdorffii* Desf. sob diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n.1, p.11-20, 2016.

ROCHA, C.R.M.; COSTA, D.S. NOVENBRE, A.D.L.C.; CRUZ, E.D. Morfobiometria e germinação de sementes de *Parkia multijuga* Benth. **Nativa**, Sinop, v.2, n.1, p.42-47, 2014.

SANTANA, J.A.S.; SOUTO, J.S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semi-árida do Rio Grande do Norte, Brasil. **IDESIA**, Arica, v.29, n.2, p.87-94, 2011.

SANTOS, J.C.; ALMEIDA-CORTEZ, J.S.; FERNANDES, W. Richness of gall-inducing insects in the tropical dry forest (Caatinga) of Pernambuco. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.55, n.1, p.45-54, 2011.

SANTOS, L.W.; COELHO, M.F.B. Sombreamento e substratos na produção de mudas de *Erythrina velutina* Willd. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.4, p.571-577, 2013.

SANTOS, M.G.; OLIVEIRA, M.T.; FIGUEIREDO, K.V.; FALCÃO, H.M.; ARRUDA, E.C. P.; CORTEZ, J.A.; SAMPAIO, E.V.S.B.; OMETTO, J.P.H.B.; MENEZES, R.S.C.; OLIVEIRA, A.F.M.; POMPELLI, M.F.; ANTONINO, A.C.D. Caatinga, the Brazilian dry tropical forest: can it tolerate climate changes? **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, Campo dos Goytacazes, v.26, n.1, p.83-89, 2014.

SANTOS, U.F.; XIMENES, F.S.; LUZ, P.B.; SEABRA JÚNIOR, S.; PAIVA SOBRINHO, S. Níveis de sombreamento na produção de mudas de pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.1, p.129-136, 2014.

SAS. SAS/STAT 9.3 **User's Guide**. Cary. NC: SAS Institute Inc. 2011, 8621p.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; SCALON FILHO, H.; FRANCELINO, C.S.F. Desenvolvimento de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.1, p.166-169, 2006.

SCIPIONI, M.C.; GALVÃO, F.; LONGHI, S.J. Composição florística e estratégias de dispersão e regeneração de grupos florísticos em florestas estacionais decíduais no Rio Grande do Sul. **Floresta**, Curitiba, v.43, n.2, p.241-254, 2013.

SESMA, R.B.; DEMUNER, W.G.; HEBLING, S.A. Efeito de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. em casa de vegetação. **Natureza on line**, Espírito Santo, v.7, n.1, p.31-36, 2009.

SIEBENEICHLER, S.C.; FREITAS, G.A.; SILVA, R.R.; ADORIAN, G.C.; CAPELLARI, D. Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. em condições de luminosidade. **Acta Amazonica**, Manaus, v.38, n.3, p.467-472, 2008.

SILVA, A.C.D.; SMIDERLE, O.J.; OLIVEIRA, J.M.F.; SILVA, T.J. Tamanho da semente e substratos na produção de mudas de açaí. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v.4, n.4, p.151-156, 2017.

SILVA, B.M.S.; LIMA, J.D.; DANTAS, V.A.V.; MORAES, W.S.; SABONARO, D.Z. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.6, p.1019-1026, 2007.

SILVA, K.B.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.N.P.; SOUSA, N.A.; AGUIAR, V.A. Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de quixaba. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.35, n.1, p.13-22, 2014.

SILVA, L.G.; COSMI, F.C.; JESUS JUNIOR, W.C.; SOUZA, A.F.; MORAES, W.B. Efeito do tratamento químico na sanidade de sementes de espécies florestais. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.3, p.473-478, 2011.

SOUZA, B.I.; ARTIGAS, R.C.; LIMA, E.R.V. Caatinga e desertificação. **Mercator**, Fortaleza, v.14, n.1, p.131-150, 2015.

TROVÃO, D.M.B.M.; FERNANDES, P.D.; ANDRADE, L.A.; DANTAS NETO, J.R. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.3, p.307-311, 2007.

TROVÃO, D.M.B.M.; SILVA, S.C.; SILVA, A.B.; VIEIRA JÚNIOR, R.L. Estudo comparativo entre três fisionomias de Caatinga no estado da Paraíba e análise do uso das espécies vegetais pelo homem nas áreas de estudo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.4, n.2, p.1-5, 2004.

TSUKAMOTO FILHO, AA.; CARVALHO, J.L.O.; COSTA, R.B.; DALMOLIN, Â.C.; BRONDANI, G.E. Regime de regas e cobertura de substrato afetam o crescimento inicial de mudas de *Myracrodruon urundeuva*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.20, n.4, p.521-529, 2013.

VARELA, V.P.; SANTOS, J. Influência do sombreamento na produção de mudas de angelim pedra (*Dinizia a excelsa* Ducke). **Acta Amazonica**, Manaus, v.22, n.3, p.407-411, 1992.